



Doctoral Thesis

Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles évolution et perspectives de trois terroirs ruraux du versant Est de Madagascar

Author(s):

Pfund, Jean-Laurent

Publication Date:

2001

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004157965> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles :
évolution et perspectives de trois terroirs ruraux
du versant Est de Madagascar**

présentée à

l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich

pour l'obtention du titre de

Docteur ès sciences naturelles

par

Pfund Jean-Laurent

Ingénieur forestier diplômé EPFZ

né le 10 décembre 1968

originaire de Lenk (Berne, Suisse)

acceptée sur proposition :

du professeur Rodolphe Schlaepfer, rapporteur

du professeur Dr Jean-Philippe Schütz, corapporteur

du Dr Jean-Pierre Sorg, corapporteur

Remerciements

De par son aspect multidisciplinaire, et parce que de telles expériences nécessitent aussi des moments entre amis, ce travail a eu la chance de bénéficier de nombreuses collaborations et appuis professionnels, comme d'amicaux soutiens moraux. Je tiens à particulièrement remercier :

le prof. Rodolphe Schlaepfer qui, par la confiance qu'il a témoignée dès le début et grâce à la patience dont il a fait preuve ensuite, m'a permis de réaliser cette thèse dans un cadre académique aussi sérieux que convivial ;

le prof. Dr Dr h.c. Jean-Philippe Schuetz qui m'a fait l'honneur d'accepter de suivre cette thèse, de la commenter et de la co-rapporter malgré les charges qu'il remplit à la tête de la Chaire de sylviculture ;

le Dr Jean-Pierre Sorg, infatigable conseiller, perpétuel soutien professionnel et privé, qui a porté cette thèse à bout de bras et sans qui je n'aurais jamais pu entrevoir la beauté de la recherche et la richesse des échanges Nord-Sud ; ainsi que toute l'équipe du groupe de foresterie pour le développement, en particulier Muriel Kost, Isabelle Gambetta, Pascal Schneider et Kaspar Schmidt ;

Lucia, éternelle optimiste, qui représente l'autre pilier de cette thèse et qui a réussi le tour de force de supporter et même d'encourager des périodes de travail et de stress souvent ingrates pour elle ; ainsi que les autres proches de nos familles, surtout Françoise et Véronique qui y ont toujours cru et qui étaient à mes côtés en tout temps malgré la distance ; Rabe, Haja et Marcellin qui nous ont toujours facilité la vie dans la capitale ;

les habitants de Bemanasy, Ambodiaviavy, Fierenana, Vakampotsy, Salampinga et Ambohimadana, quelques-uns de Beforona, qui m'ont très chaleureusement accueilli et qui ont accepté mes nombreuses interrogations avec compréhension ; leur patience et leur volonté de s'investir dans un développement plus harmonieux méritent tous nos égards et de meilleurs appuis ;

la sacrée équipe des projets BEMA et Terre-Tany, en particulier Jürg Brand, Peter Moor, Pete Messerli, Pierre Kistler, Samoela Rakotonarivo, Liva Ravoavy, Filemonina Andrianantenaina, Simon Nambena, Prochore Rasamimanana, Patrick Ranjatson, Apollinaire Razafimahatratra, Léopold Gahamanyi, Lala Raharinjanahary, Natanaela Rakotondranaly, avec qui la collaboration fut plus que probante et qui resteront longtemps dans ma mémoire comme les compagnons de route d'une très belle tranche de vie et de travail ;

les personnes qui ont relu le travail et qui ont facilité certaines analyses et déterminations botaniques depuis l'Europe : Laurent Margot du tribunal de district du Val-de-Travers pour sa relecture attentive et son amitié ; Daniele Pezzota, Ruth Landolt, Christoph Scheidegger et en particulier Otto Wildi de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage de Birmensdorf, pour leurs appuis bibliographiques, phytoécologiques et pédologiques ; Daniel Mandallaz, Jahangir Feghi et Adrian Lanz de l'EPFZ pour leurs appuis en SIG et en statistique ; Dominik Weiss qui travaillait encore à l'Université de Berne mais qui doit maintenant se trouver au MIT pour sa relecture de la méthodologie pédologique ; Martin Callmander, Sébastien Wohlhauser, Edward Mitchell, Alexandre Büttler et Philippe Kuepfer de l'Université de Neuchâtel pour leur sympathie et leurs appuis dans l'utilisation du logiciel Canoco ; et enfin Laurent Gautier du Conservatoire et Jardin botaniques de Genève et France Rakotondrainibe du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris pour leur aide dans les déterminations botaniques les plus délicates ;

enfin, les institutions qui ont permis le bon déroulement de ce travail : l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (en particulier le groupe de foresterie pour le développement de la Chaire de sylviculture), le Fonds national suisse pour la recherche scientifique, l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, le FOFIFA, notamment le Département de recherches forestières et piscicoles et lors de la phase finale, Intercooperation, en particulier Jean Laurent et Marguerite Schlechten Rauber qui ont accepté de m'engager alors qu'il restait une partie de la rédaction à « figoler ».

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	1
1.1 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ET FINALITÉ DU PROGRAMME DE RECHERCHE.....	1
1.2 OBJECTIFS ET DÉMARCHÉ DE LA THÈSE	4
1.3 CADRE DE TRAVAIL DU PROJET BEMA.....	5
1.4 LE DISPOSITIF DE RECHERCHE DU PROJET BEMA.....	8
1.5 MADAGASCAR.....	11
2. ETAT DE LA RECHERCHE	15
2.1 LES APPROCHES DE RECHERCHES RÉCENTES	15
2.1.1 L'analyse systémique, « l'écologie sociale » et la transdisciplinarité	16
2.1.2 Les approches participatives et « Femmes et Développement »:.....	17
2.2 LA CULTURE SUR BRÛLIS : RÔLE ET IMPACTS	18
2.2.1 La culture sur brûlis et les cultivateurs.....	18
2.2.2 Le brûlis et le système sol-végétation	19
2.2.3 La dégradation à long terme.....	25
2.3 LES ALTERNATIVES À LA CULTURE SUR BRÛLIS.....	25
2.3.1 L'agroforesterie et/ou l'arbre dans le terroir.....	26
2.3.2 Les alternatives agricoles « non agroforestières ».....	27
2.3.3 Les alternatives socio-économico-culturelles	28
2.4 LE SYSTÈME AGRO-ÉCOLOGIQUE DE LA FALAISE EST DE MADAGASCAR	29
2.4.1 Des feux avant et après l'arrivée de l'homme.....	29
2.4.2 L'évolution de la région de Beforona.....	29
2.4.3 La population de la région de Beforona	32
2.4.4 Le système agraire et économique de la région de Beforona.....	33
2.4.5 Les conditions environnementales de la falaise Est et la région de Beforona.....	41
3. MÉTHODOLOGIE	46
3.1 LES RELEVÉS EN JACHÈRES.....	48
3.1.1 Choix des stations (des sites) et des paramètres à relever.....	49
3.1.2 Méthodes de relevés de terrain	50
3.2 ENQUÊTES.....	59
3.2.1 Choix des ménages.....	60
3.2.2 Structure et déroulement de l'enquête principale.....	61
3.2.3 Enquêtes complémentaires	62
3.3 RELEVÉS DES ESPACES ARBORÉS.....	62
3.3.1 Echelles distinguées.....	62
3.3.2 Inventaires.....	63
3.3.3 Enquêtes et mesures sur le bois d'énergie et de construction	63
3.4 CARTOGRAPHIE DE TERROIR.....	64
3.5 RESTITUTION ET DISCUSSIONS FINALES DE GROUPE.....	64
3.6 ANALYSES MULTIVARIABLES DU SYSTÈME SOL-VÉGÉTATION	65
3.6.1 L'écologie numérique	65
3.6.2 La démarche classique d'analyse.....	66
3.6.3 La démarche suivie pour l'analyse des données de Beforona.....	66
4. RÉSULTATS.....	72
4.1 LA CRÉATION DES TERROIRS VILLAGEOIS ET LA TENURE FONCIÈRE	72
4.1.1 La formation des villages dans la falaise Est.....	72
4.1.2 La formation des villages principaux de l'étude.....	73
4.1.3 La tenure des terres traditionnelle et les lieux de résidence.....	75
4.2 LES TYPES D'ESPACE ET D'UTILISATION, LEUR ORGANISATION SPATIALE.....	84
4.2.1 Dénomination des espaces.....	84
4.2.2 Répartition spatiale de l'utilisation des sols des terroirs étudiés.....	86
4.3 LA CULTURE SUR BRÛLIS : NATURE ET SUCCESSIONS DES JACHÈRES	94
4.3.1 La « loi du tavy ».....	94
4.3.2 La composition floristique des jachères	95
4.3.3 La corrélation entre le type de végétation et les paramètres écologiques	104

4.3.4 Essai de compréhension des relations entre la structure floristique de la végétation et les sous-systèmes sol, végétation (minéralomasse) et litière.....	108
4.3.5 Comparaison des résultats par une analyse canonique des correspondances « sol-végétation »	112
4.3.6 Le bilan des nutriments pendant le cycle du <i>tavy</i> et à long terme.....	116
4.3.7 Conclusion sur les processus écologiques.....	128
4.4 PLANTES UTILES ET AUTRES CULTURES DU TERROIR	137
4.4.1 La gestion traditionnelle des jachères : plantes utiles et type d'utilisation.....	138
4.4.2 La consommation de bois de chauffe.....	140
4.4.3 Les ressources en bois de construction.....	141
4.4.4 Les plantes médicinales et autres produits naturels.....	141
4.4.5 Les forêts relictuelles et reboisements.....	142
4.4.6 Les <i>tanimboly</i>	143
4.4.7 Les bas-fonds et les plantes utiles.....	146
4.4.8 Les savanes (ou pseudosteppes).....	146
5. AMÉNAGEMENT DES ESPACES ET GESTION DES RESSOURCES NATURELLES	147
5.1 RAPPEL DES PRINCIPAUX RÉSULTATS ET DISCUSSION DES PRIORITÉS CULTURALES PAYSANNES.....	147
5.1.1 Les processus principaux du cycle du <i>tavy</i>	147
5.1.2 Les types d'espace et les plantes utiles.....	149
5.1.3 Les priorités générales de gestion.....	150
5.2 LES FACTEURS PRINCIPAUX DU DÉVELOPPEMENT : UNE ANALYSE SYSTÉMIQUE.....	151
5.2.1 La présentation du système agraire en un set de facteurs clés représentatifs.....	152
5.2.2 La mise en relief des interrelations et l'interprétation du rôle des variables.....	153
5.2.3 Interprétation des facteurs selon leur potentiel d'influence sur l'ensemble du système.....	156
5.2.4 Résultats de l'analyse systémique.....	158
5.3 IMPORTANCE ET RÉSULTATS DE LA RESTITUTION VILLAGEOISE.....	160
5.3.1 Résultats des discussions relatives à la culture sur brûlis et aux jachères.....	161
5.3.2 Gestion des ressources de l'arbre et la forêt.....	163
5.3.3 Gestion du <i>tanimboly</i> , autres produits de rente et élevage.....	163
5.3.4 Aménagement de l'espace et dynamique associative.....	164
5.4 PERSPECTIVES D'AMÉNAGEMENT DES ESPACES ET DE GESTION DES RESSOURCES.....	165
5.4.1 Recommandations stratégiques et opérationnelles.....	165
5.4.2 Perspectives d'interventions dans le système forêts-jachères- <i>tavy</i>	171
5.4.3 L'arbre hors forêt.....	177
5.4.4 Propositions pour la formalisation de principes d'aménagement des terroirs.....	180
6. CONCLUSION.....	184
6.1 RETOUR SUR LA MÉTHODOLOGIE.....	184
6.1.1 L'approche multidisciplinaire et participative.....	184
6.1.2 Les analyses écologiques.....	184
6.1.3 Les enquêtes sur l'utilisation des ressources.....	185
6.1.4 La cartographie des terroirs.....	186
6.1.5 Les « méta-analyses » : analyse systémique et restitution paysanne.....	186
6.2 CONCLUSION GÉNÉRALE.....	187
6.2.1 La complexité des conditions cadres rend les appuis difficiles bien que nécessaires.....	187
6.2.2 Le processus écologique du <i>tavy</i>	187
6.2.3 De la forêt aux ressources secondaires et à l'agroforêt.....	188
6.2.4 Les pistes de travail en vue d'un aménagement.....	189

Table des figures

Fig. 1 : Démarche générale de travail et répartition des thèmes clés dans l'équipe BEMA.....	4
Fig. 2 : Structure institutionnelle du projet	6
Fig. 3 : Réseau de collaboration des projets BEMA et Terre-Tany : thèmes et acteurs.....	7
Fig. 4 : Bref portrait de la région de recherche	8
Fig. 5 : Dispositif de recherche	10
Fig. 6 : Evolution des productions agricoles principales de Madagascar (FAO, 1997).....	13
Fig. 7 : Structure ethnique dans le <i>Firaisana</i> de Beforona 1995 (source: bureau du Délégué du <i>Firaisana</i> de Beforona).....	32
Fig. 8 : La division du travail sur le <i>tavy</i> (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA, année 1996).....	34
Fig. 9 : Le calendrier culturel sur le <i>tavy</i> (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA)	34
Fig. 10 : La division du travail sur <i>horaka</i> (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA, année 1996)	35
Fig. 11 : Evolution annuelle de la charge de travail par champ d'activités (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA, moyenne de 30 ménages sur l'année 1996).....	39
Fig. 12: Prix de vente 1997 en fonction des divers acteurs de la filière banane.....	41
Fig. 13 : Erosion saisonnière sur parcelles de mesures, 1994/95, 1995/96	43
Fig. 14: Rappel de la démarche et énumération des thèmes des sous-chapitres 3.1 à 3.6.....	47
Fig. 15 : Énumération de l'ensemble des relevés utilisés, des auteurs et encadreurs des travaux	48
Fig. 16 : Doublement des surfaces de relevé.....	50
Fig. 17 et 18 : Relations entre sec à l'air et à l'étuve.....	54
Fig. 19 : Scores z des analyses de pH H ₂ O et KCl.....	56
Fig. 20 : Scores z des analyses de C, N et P	56
Fig. 21 : Score z des analyses de K, Ca et Mg échangeables.....	56
Fig. 22: Comparaison des mesures d'Al du laboratoire du DRFP avec la médiane des laboratoires utilisant la méthode au BaCl ₂ 0,1M.	57
Fig. 23: Erreur relative par rapport à la médiane WEPAL.....	57
Fig. 24 : Scores z des analyses de N et P du matériel végétal.....	58
Fig. 25 : Scores z des analyses de K, Ca et Mg du matériel végétal.....	58
Fig. 26 : Erreur relative par rapport à la médiane des mesures de minéralomasse de la végétation	59
Fig. 27 : Récapitulatif des types d'enquêtes effectuées par l'auteur ou en collaboration (italique).....	59
Fig. 28: Répartition des ménages enquêtés selon les terroirs, les villages et les critères de choix.	61
Fig. 29 : Structure générale de l'enquête principale : types d'informations et d'espaces	61
Fig. 30 : Structure et thèmes de la discussion finale.....	64
Fig. 31 : Type d'accès aux jachères [% du nombre d'enquêtés]	76
Fig. 32 : Taux de transhumance de la population et habitats permanents de prédilection	77
Fig. 33 : Répartition en surface de l'utilisation des sols de chaque terroir.....	86
Fig. 34 : Surfaces moyennes des types d'utilisation du sol.....	87
Fig. 35 : Courbe aire-espèces d'une sélection de 40 relevés	95
Fig. 36 : Fréquence d'apparition des plantes relevées (plus de 750 plantes déterminées sur 252 relevés) 96	
Fig. 37 : Schéma récapitulatif des stades de successions floristiques distingués	103
Fig. 38 : Ordination (axes 1 et 2) de l'analyse de correspondance de la matrice végétation (les chiffres représentent les numéros de groupements de relevés, les étoiles des concentrations de plusieurs groupements).....	105
Fig. 39: Corrélations des descripteurs avec les axes principaux	106
Fig. 40 : Corrélations entre les descripteurs et la structure de la végétation par les analyses de Roberts et une autocorrélation	106
Fig. 41 : Profil de réaction du groupe d'espèces comprenant <i>Solanum torvum</i>	108
Fig. 42 : Valeur r de corrélation entre les descripteurs et les axes principaux d'une analyse en coordonnées principales (analyse de gradient FSPATH/PCOA selon Wildi et Orloci, 1996).....	109
Fig. 43 : Résultats de l'ordination méthode Roberts et d'une analyse d'autocorrélation.....	110
Fig. 44: Corrélations des éléments chimiques mesurés dans le sol, la végétation et la litière.....	110
Fig. 45 : Énumération ordonnée des descripteurs les mieux corrélés avec la production de biomasse (et indications des valeurs du coefficient r avec la quantité de litière).....	112
Fig. 46 : Ordination de l'analyse canonique des correspondances	115
Fig. 47 : Concentration des nutriments dans la phytomasse, les cendres, le riz, la litière et le sol supérieur (0-20 cm) pendant un cycle de <i>tavy</i> (moyenne ± écart-type).....	118

Fig.48: Evolution des concentrations de C, des bases et d'Al dans le sol pendant la croissance des jachères	119
Fig. 49 : Evolution des stocks moyens en nutriments (kg/ha) d'un cycle cultural	120
Fig. 50 : Influence du relief sur quelques variables du sol.....	121
Fig. 51 : Bilan des nutriments après une culture de riz pluvial (6 mois) par défriche-brûlis d'une jachère de 5 ans.	121
Fig. 52 : Evolution des biomasses aérienne et racinaire de jachères de trois ans selon le nombre de mises en culture précédente.	123
Fig. 53 : Concentrations moyennes des nutriments de la végétation et des sols supérieurs en fonction des stades de dégradation déterminés	123
Fig. 54 : Stocks moyens en nutriments (kg/ha) dans la phytomasse et dans les horizons supérieurs (0-20 cm) du sol, à diverses étapes de la succession végétale simplifiée.	124
Fig. 55 : Pertes annuelles de nutriments pendant 3 phases successives de dégradation due au <i>tavy</i>	125
Fig. 56 : Bilan des nutriments d'un site de mi-pente qui a subi une dégradation à long terme, jusqu'à une jachère dégradée (environ 20 cycles de <i>tavy</i> en 125 ans).....	126
Fig. 57 : Bilan des nutriments au niveau du bassin versant avec une dégradation à long terme qui part d'un bassin versant boisé et aboutit à un bassin versant dégradé (200 ans)	127
Fig. 58 : Comparaison des stocks en nutriments de la biomasse, la litière et du sol à Beforona et dans divers sites tropicaux.	134
Fig. 59 : Les cultures et plantes les plus souvent citées lors des enquêtes relatives aux plantes utiles....	137
Fig. 60 : Nombre total d'espèces utiles citées en fonction des types d'espace et nombre moyen d'espèces cité dans chaque terroir	138
Fig. 61: Rôles et espèces utiles des divers types de jachères	139
Fig. 62 : Typologie des <i>tanimboly</i> rencontrés à Beforona, selon Razafimahatratra 1998, modifié	144
Fig. 63 : Inventaire des plantes citées comme composantes utiles d'un <i>tanimboly</i>	145
Fig. 64 : Schéma illustratif de l'évolution des nutriments sous culture sur brûlis.....	148
Fig. 65 : Récapitulation des types d'utilisation des ressources selon les espaces du terroir.....	149
Fig. 66 : Comparaison entre les investissements dédiés au <i>tavy</i> (abscisse) et aux autres cultures	151
Fig. 67 : Facteurs du sous-système régional	152
Fig. 68 : Facteurs du sous-système local de Beforona.....	153
Fig. 69 : Exemple de matrices d'interrelation, sommes actives et passives et leur diagramme	154
Fig. 70 et 71 : Les facteurs du sous-système local de Beforona (en haut) et du sous-système régional (en bas) représentés par leur fonction de stimulation (σ) et d'inhibition (π)	155
Fig. 72 : Récapitulation des priorités d'amélioration de chaque assemblée villageoise	164
Fig. 73 : Evolution des points de départ des appuis en fonction des conditions sociales.....	167
Fig. 74 : Correspondances entre les résultats de l'analyse systémique du niveau local et les résultats de la restitution paysanne dans les trois terroirs.....	170
Fig. 75 : Propositions d'améliorations du <i>tavy</i>	176

Résumé

Entourée d'une équipe toujours plus multidisciplinaire, cette thèse s'est inscrite dans un projet de recherche (Terre-Tany/BEMA) qui avait comme finalité la mise à disposition des divers acteurs du développement de la côte Est de Madagascar d'informations fiables et utiles pour concevoir et mettre en œuvre des interventions visant une amélioration durable des conditions de vie rurales.

Sur le plan de la gestion des ressources naturelles, le système traditionnel du versant Est de Madagascar est manifestement dominé par la culture sur brûlis appelée *tavy* dans la région et destinée à produire du riz pluvial. Plusieurs facteurs renforcent la perception locale du *tavy* comme élément quasiment vital de la vie des Betsimisaraka, l'ethnie dominante de la région : le riz représente l'aliment de base de la population malgache, la pratique du *tavy* a été héritée des ancêtres qui représentent les « maîtres à penser » des vivants et enfin, le relief accidenté et la fréquence de très fortes précipitations rendent difficile l'aménagement de rizières irriguées. Souvent perçu de l'extérieur comme un scandale écologique incompréhensible, le système du *tavy* et plus globalement la gestion des ressources naturelles par les villageois méritait une analyse scientifique précise de ses impacts ainsi que des perspectives d'amélioration de la durabilité du système. Cette mise au point fut en résumé l'objectif de la thèse qui a été menée avec une forte volonté de s'en tenir aux réalités locales et d'impliquer les villageois dans les réflexions.

Outre la considération des résultats de plusieurs proches collaborateurs, l'approche du travail se focalise sur trois axes d'approfondissement méthodologique afin d'aboutir à une analyse relativement large des conditions locales et, partant, à des propositions de solutions concrètes. Le travail entend en premier lieu mettre en évidence les mécanismes de la succession végétale secondaire des jachères après brûlis, en utilisant d'abord une approche phytosociologique et phytoécologique. Pour ce faire, il utilise les outils modernes d'ordination et d'autres analyses statistiques multivariées pour valoriser l'indication écologique apportée par la végétation. Il s'agit ensuite de comprendre les phénomènes de perturbation dus au défrichement, au brûlis et à la mise en jachère, et notamment les pertes de fertilité qui s'ensuivent, en prenant en compte les composantes de la végétation, de la biomasse hypogée et épigée et des nutriments. Par des enquêtes sociologiques semi-structurées auprès des populations, on veut mettre en évidence les intérêts des groupes d'utilisateurs, leur rôle et surtout leur comportement dans la gestion des ressources. Cela permet de mieux comprendre les mécanismes socioculturels nécessaires à l'implémentation de changements de comportement à la fois propices au développement durable et socialement acceptables.

Les résultats des analyses écologiques démontrent le caractère décisif des premières défriches-brûlis forestières, d'une part bien sûr parce que la vocation des terres bascule normalement définitivement dans le domaine agricole, d'autre part parce que les pertes en espèces végétales et surtout en nutriments sont les plus importantes à ce stade par rapport à l'ensemble du processus de dégradation à long terme du *tavy*. La répétition des mises en culture, une saison pluviale pour le riz et quelquefois une seconde pour d'autres produits moins exigeants comme le manioc ou la patate douce, entraîne une dégradation de la fertilité fortement dépendante de la durée de la jachère qui suit, de cinq ans en moyenne, et des conditions topographiques. Les analyses floristiques font ressortir cinq types généraux de végétation secondaire qui illustrent une succession régressive : les *jachères péri-forestières* qui contiennent encore des rejets de souche et d'autres essences forestières typiques ; les *jachères arbustives* dans lesquelles certaines espèces secondaires ligneuses typiques résistent ; les *jachères rudérales productives* parmi lesquelles des plantes envahissantes et souvent introduites, comme *Lantana camara* ou *Rubus mollucanus*, fournissent une biomasse suffisante à la mise en culture ; les *jachères rudérales dégradées* qui sont localisées sur les sites les plus fragiles, les crêtes et les fortes pentes et qui ne permettent plus de mise en valeur agricole ; et enfin les savanes ou pseudosteppes selon Koechlin qui illustrent l'ultime stade de dégradation dû au feu.

Sur le plan de la fertilité, le travail a confirmé l'importance de considérer l'ensemble du système sol-végétation dans les pays tropicaux, en particulier si, comme dans le cas du *tavy*, la biomasse joue un rôle déterminant pour la productivité du site. Une tendance générale de corrélation entre les éléments du sol et de la végétation apparaît : plus ils sont déficitaires dans le sol, plus ils se trouvent en quantité élevée dans la végétation (à l'exemple du potassium pour la zone d'étude). La quantité de biomasse produite par les jachères qui seront brûlées est corrélée avec les éléments bien connus des agriculteurs : N, P et K, qui semblent (en particulier pour le phosphore) également déterminants pour les rendements culturaux. Par contre, les sols des ultimes stades de dégradation, comme les fourrés de fougères ou pire les savanes anthropiques à *Aristida sp.* se distinguent nettement des autres par leurs déficits en bases échangeables et

les problèmes de toxicité aluminique qui leur sont liés. Dans le cas de Beforona, il convient de revoir dans une optique topographique le débat qui oppose les spécialistes quant au problème principal de la culture sur brûlis, les uns désignant l'apparition des mauvaises herbes et les autres la baisse de fertilité. En effet, si les stations (par exemple de haut de pente) sont fragiles au début de la mise en culture, la fertilité du sol représentera en fin de course le facteur limitant (et sera couplée avec des difficultés de sarclage avant son abandon), alors que sur les sites naturellement plus fertiles, les mauvaises herbes représenteront à elles seules le facteur perturbateur et la raison de mise en jachère.

Les enquêtes menées ont servi à préciser les diverses utilisations paysannes des ressources naturelles, notamment des jachères essentiellement utilisées comme source de bois d'énergie et de construction pour les plus anciennes, et dans une moindre mesure de réserves de cordes et de plantes médicinales. En outre, ces investigations socio-économiques ont surtout permis de discuter de la gestion du *tavy* parmi l'ensemble des ressources naturelles et des composantes du système agraire. C'est ainsi que « l'arbre hors forêt », dans sa forme agroforestière typique de la côte Est, celle du *tanimboly* ou verger de case essentiellement voué à la production de café et de bananes, est ressorti comme une des pistes de valorisation durable des terres aussi bien qu'une des principales sources de revenu.

Comme on est arrivé à un stade où les besoins monétaires entraînent des ventes de riz de *tavy* lors de chaque récolte, et que le riz restant ne suffira pas jusqu'à la prochaine récolte, la combinaison idéale de la production vivrière autoconsommée et de la production de rente est devenue le centre des préoccupations. Les productions de rente offrant les meilleurs retours (rendement financier par jour de travail investi) deviennent prioritaires dans les choix d'avenir à réaliser.

De ce point de vue, les arbres ou arbustes présentent justement un avantage important : même s'ils demandent un effort d'investissement important lors de leur installation, une fois adultes, ils produisent à moindre frais puisque leur entretien est relativement simple. Actuellement, les plantations de caféiers, bananiers et fruitiers offrent le meilleur rendement monétaire des cultures paysannes. *En définitive, c'est l'arbre à fonction commerciale qui est devenu l'objet d'une gestion paysanne et le noyau d'autres activités non agroforestières qui se rattachent actuellement au concept du tanimboly.*

Deux outils participatifs ont été utilisés pour tenter de cerner la problématique globale du développement local : l'analyse systémique, réalisée en équipe de chercheurs, et la restitution paysanne, commentée et débattue, des premiers résultats du travail. Les résultats de ces analyses coïncident sur les points suivants comme facteurs clés du développement : sur le plan socio-organisationnel, il s'agit de mettre en valeur le rôle des autorités traditionnelles, notamment dans le cadre de réorganisation par vallons et familles (ou clans) de l'accès aux terres, qui renforcerait indirectement le caractère de « noyau de l'exploitation » du *tanimboly*, et pour l'introduction de conventions collectives de gestion des ressources et d'aménagement de l'espace ; sur le plan technique, il faudrait faciliter un renforcement général du savoir-faire local, une intensification de l'élevage (volaille ou zébus) et de la production de riz irrigué.

En discussion et conclusion, certaines pistes d'appui sont présentées en insistant sur l'importance d'un aménagement localement conçu et maîtrisé. Comme l'aménagement proposé reste un processus, c'est un accompagnement de processus qui est indiqué comme appui à donner. Les acteurs qui pourraient intervenir dans la démarche d'aménagement proposée rempliraient divers rôles. Après avoir acquis la confiance des villageois, un *facilitateur* serait chargé du suivi régulier des activités, de la circulation et de la recherche d'informations. Un spécialiste du développement rural se chargerait des appuis à donner dans les moments forts (diagnostic, négociation, planification, etc.) et de la récolte d'informations techniques au sens large qui pourraient alimenter une sorte de référentiel de développement, de paquet technologique. Les autres acteurs occupent des fonctions administratives (services techniques), politiques (Maire et conseil communal) et bien sûr économiques dans le cadre des activités de commercialisation. C'est parmi tous ces acteurs qu'une entité de suivi indispensable pourrait être définie, par exemple au sein d'une plate-forme locale de développement.

Abstract

Slash-and-burn cultivation and natural resource management: evolution and perspectives of three mountainous rural areas of Eastern Madagascar

This thesis was supported by an increasingly multidisciplinary team, and lay within the framework of a research project (Terre-Tany/BEMA), whose aim was to provide reliable, useful information to those responsible for the development of the east coast of Madagascar. This information will help to plan and implement measures aimed at making permanent improvements to rural living conditions.

When it comes to managing natural resources, the traditional slash-and-burn culture predominates on the eastern slopes of Madagascar. Known locally as "tavy", this system produces rain-fed rice. Several factors reinforce the view held locally that tavy is a vital element in the lives of the Betsimisaraka, the region's dominant ethnic group: rice is the staple diet of the Madagascan population; the tavy system has been passed down from their ancestors, who are considered to be the "intellectual guides" of the current generation; and finally, the undulating landscape and the frequency of very heavy rainfall make the production of irrigated rice difficult. Because it is often seen by outsiders as an incomprehensible, ecological scandal, a precise scientific analysis of the impact of the tavy system, and more globally, of the impact of natural resource management by villagers was required. The thesis also considered methods of achieving sustainable development. In brief, the thesis focused on these points; research was restricted to the local environment, and the villagers' opinions were also canvassed.

As well as considering the findings of several close colleagues, this thesis used three in-depth methodological approaches to produce a relatively wide-scale analysis of local conditions, thereby coming up with sound, workable proposals. First of all, it uses phytosociologic and phytocologic methods to show how secondary vegetation encroaches on fallow land after slash-and-burn has occurred. To achieve this, modern floristic ordination methods were used, as well as a valuation system for ecological vegetation information; both were based on diverse statistical analyses. Next, it considered the disruptive influence of land clearance, slash-and-burn and letting land lie fallow. In particular, it looked at the resulting loss of fertility, and examined the constituents of the vegetation, of the biomass located both above- and underground, and of the nutrients. Semi-structured sociological population surveys aimed to show the interests of user groups, their role and their part in resource management. This allowed for a better understanding of the main socio-cultural mechanisms needed to bring about behavioural change, which would ensure sustainable development and at the same time, be socially acceptable.

The results of the ecological analyses show the decisive nature of the first slash-and-burn deforestation. On the one hand, this is because thereafter, the land will normally be strictly used for agricultural purposes. It is also because the greatest loss of vegetation species and nutrients occurs at this stage of the tavy degradation process. The repetition of cultivation cycles – one rainy season for rice and sometimes a second season for less demanding products like manioc or sweet potatoes – brings about a reduction in fertility which is strongly linked to the length of the fallow period which follows (five years on average), and to the topographical conditions. Floristic analyses show four general secondary vegetation types which display regressive succession: peri-forest fallow land which still contains coppice shoots and other typical forest elements; shrub fallow land, in which some secondary ligneous species are still present; productive ruderal fallow, in which certain intrusive, non-indigenous plants, such as *Lantana camara* or *Rubus mollucanus* provide sufficient biomass for cultivation; and finally, degraded ruderal fallow land, found in localised spots on the most fragile sites, peaks and steep slopes where agricultural cultivation is not possible.

As far as fertility is concerned, this thesis confirmed the importance of looking at the soil and vegetation system in tropical countries in its entirety, especially if the biomass is a determining factor in site productivity, as is true of the tavy system. There seems to be some general correlation as regards the elements contained in the soil and vegetation: the fewer elements found in the soil, the higher their concentration in the vegetation (for example, potassium in the study area). The amount of biomass produced by fallow land due for burning showed a correlation with elements well-known in farming circles – nitrogen, phosphorus and potassium. These three elements, but especially phosphorus, also seem to be important for agricultural yields. On the other hand, soil in the final stages of degradation, such as fern thickets or anthropic savannah land (*Aristida sp.*), differs notably in its lack of exchangeable

bases and its aluminium-related toxicity. In the case of Beforona, topographical conditions must be considered when answering the following key question: is it the growth of weeds that poses the main problem for slash-and-burn cultivation, or is it more a question of fertility? Specialists argue about this point. If the site is fragile at the start of cultivation, soil fertility will remain the main limiting factor (and will be associated with weed control problems before the ground is abandoned), whereas, on sites which are naturally more fertile, weeds alone will represent the main disruptive factor and will be the reason for letting the land lie fallow.

The surveys conducted showed the various ways in which farmers use natural resources, and in particular, fallow land: mainly used as a source of fuel and construction wood, to a lesser extent it is also used to produce rope and medicinal plants. Above all, the surveys led to a discussion of the way the tavy system is managed, when considered as part of the wider picture of all natural resources, which make up the agrarian system. This is how the phenomenon of "trees outwith the forest", or *tanimboly*, is re-emerging as one method of sustainable soil management, as well as one of the main sources of income. This typical agroforestry phenomenon is commonly found on the east coast, in the form of fruit-trees orchards mainly devoted to the production of coffee and bananas.

The point has now been reached where it is necessary for the population to sell a proportion of each tavy harvest as a source of income. However, the remainder of the rice harvest is not sufficient to feed the population until the next crop; this means that **the main concern is now to find the perfect balance between producing food for their own consumption and producing cash crops**. Cash crops provide better returns (financial rewards for each day of work invested), and this fact increases the importance of this kind of production in future decision-making.

Bearing this in mind, trees or shrubs have one important advantage: even if significant outlay is required for their purchase and initial maintenance, once mature, they are inexpensive to maintain as their upkeep is relatively simple. This is why coffee, banana and fruit tree plantations offer the best returns for farmers these days. When all is said and done, income-producing trees have become the farmer's focus, and the nucleus for other non-agro-forestry activities, connected with the practice of *tanimboly*.

Two main participative methods were used to attempt to pinpoint the global problem of local development – firstly, systemic analysis, carried out by a team of investigators, and secondly, farmers' opinions (debated and with comments) on the initial thesis results. The results of these analyses agree on the following as key development issues: on a socio-organisational level, it is essential to place importance on the role of traditional authorities. This is particularly important when it comes to reorganising territory access according to valley and family (or clan), as this would indirectly reinforce *tanimboly* as the nucleus of the farming system. It is also crucial when introducing collective agreements about resource and area management. On a technical level, it is important to strengthen general local knowledge, to intensify animal husbandry (poultry or the Zebu cattle breed), and to increase the production of irrigated rice.

After examination, and in conclusion, the thesis presents certain key issues, which stress the importance of planned and regulated local management. As this proposed management is a process in itself, the support offered should focus mainly on this process. The key players who could take part in the proposed management will fill various roles. Once the villagers are comfortable with the system, a facilitator would be responsible for monitoring events, marketing, and researching information. A rural development specialist would be in charge of giving support/advice (diagnostic, negotiation, planning, etc). at key points. He or she would also be responsible for amassing general technical information, which could be collated into a development reference guide, or "technology pack". Others would assume administrative functions (technical services), political roles (mayor and council) and of course, economic positions within the business sector. All these roles could work together to define an indispensable set of guidelines, which could be used, for example, within a local development scenario.

Glossaire

Akanjobe : habit traditionnel des *Betsimisaraka*, confectionné en raphia

Ala matoy : forêt « mûre », primaire

Alavelona : forêt « saine », primaire

Andriana : caste malgache « noble »

Antsy : couteau muni d'un long manche en bois, « coupe-coupe »

Bazary : petit sac fait de fibres de plantes tissées

Betanimena : littéralement « beaucoup de terre rouge » ; nom parfois donné à certains *Betsimisaraka* en raison d'une bataille qui a eu lieu dans la boue

Betsa betsaka : boisson alcoolisée artisanale composée entre autres de miel

Betsimisaraka : littéralement « qui ne se séparent pas » ; ethnie des habitants du versant « Centre Est » de Madagascar

Dahalo : voleurs de zébus à Madagascar

Dedeka : jachère âgée et issue d'un défrichement effectué récemment en zone de forêt primaire, pourvue d'espèces ligneuses

Dina : convention collective

Fady : tabou, interdit

Famadihana : cérémonie de retournement des morts

Fatidra : lien traditionnel réalisé à travers un partage de sang

Firaisana : Commune

Fitaka : terrain plat, plaine

Fitomboka : bâton utilisé pour planter les graines de riz pluvial

Fody : *Foudia madagascariensis*, oiseau avide de céréales (redouté sur les champs de riz)

Fokonolona : habitants d'un Fokontany

Fokontany : ancienne délimitation administrative correspondant au village

Honahona : marécages

Horaka : rizières irriguées

Hova : caste malgache des « roturiers »

Jinja : jachère

Jinjanaomby : terre (ou jachère) influencée par un esprit et nécessitant un sacrifice de zébu avant sa mise en culture

Jinjaranto : jachère traditionnelle issue des ancêtres (son accès n'est pas limité)

Kabary : discours traditionnel

Karima : petit couteau utilisé pour récolter les épis de riz

Kijanaomby : pâturage à zébus

Lapa : « palais », case communautaire du village

Mananasy : ananas

Mangahazo : manioc

Merina : ethnie des habitants de la Province d'Antananarivo

Mpsikidy : devin traditionnel

- Onkalo** : tas d'épis de riz pluvial stockés au champ
- Pakambo** : petit mirador utilisé pour garder les champs de riz, principalement contre les oiseaux
- Potro** : case située au *tanimboly*
- Ramarasana** : surface de *tavy* après la récolte du riz, quelquefois remise en culture lors de la saison suivante
- Ray amand'reny** : parents, par extension aînés
- Saha** : vallée
- Sakarivo** : gingembre
- Satroka bory** : chapeau *betsimisaraka* typique, à base ronde et sommet carré
- Savoka** : jachère
- Savoka fohy** : jeune jachère
- Savoka mody** : jachère âgée ou plus précisément mûre
- Sembotrano** : « pagne des ancêtres », zone qui entoure le tombeau lignager, dont la végétation est souvent arborée ou arbustive (pour cacher le tombeau)
- Roranga** : savanes anthropiques
- Tanety** : versant, colline
- Tangalamena** : chef de village traditionnel (la traduction signifie bâton rouge, signe de pouvoir)
- Tanimboly** : surfaces de cultures d'autres produits que le riz, communément utilisé pour désigner les vergers agroforestiers traditionnels (cultures de café, banane et divers fruits)
- Tanind'Razana** : terre des ancêtres, patrimoine lignager
- Tany mahery** : terre qui a de la force, qui est dangereuse parce qu'occupée par des esprits
- Tany miakatra** : « terre qui monte », versant
- Tarika** : clan, groupe, équipe
- Tavirana** : crête
- Tavy** : lieu ou technique de culture sur brûlis
- Tendrombohitra** : sommet
- Toaka (gasy)** : rhum issu de distillation artisanale
- Trano tavy** : case installée à proximité des champs de riz pluvial
- Tsangamaina** : tiges ligneuses sèches sur pied (utilisées pour le bois d'énergie)
- Tsihy** : natte (tapis) faite de fibres de plantes tissées
- Vadikatana** : sites issus des défrichements de forêts primaires (distingue les premiers champs ou jachères post-forestiers)
- Valizy** : sac fait de fibres de plantes tissées
- Vary** : riz
- Vary ririna** : riz de contre-saison (juin-janvier)
- Vary taona** : riz de saison pluviale (novembre-juin)
- Vavanjaka** : « vice-chef » traditionnel, porte-parole du *tangalamena*
- Vazimba** : esprits
- Voatango** : cucurbitacée proche du melon quelquefois cultivée en association sur le *tavy* ou en deuxième culture
- Zanahary** : Dieu

Table des abréviations

AKFM: Antokon'i Kongresista Fanavoazam-pirenena Malagasy (parti politique malgache)
 ANGAP : Association Nationale de Gestion des Aires Protégées (Madagascar)
 AREMA : Avant-garde de la REvolution MAlgache (parti politique malgache)
 BM : Banque Mondiale
 BEMA : Bilan Ecologique à Madagascar (projet EPFZ-Uni BE-FOFIFA)
 CDE : Centre pour le Développement et l'Environnement (Institut de géographie, Université de Berne)
 CENRADERU : Centre National de Recherches Appliquées pour le DEveloppement RUral (Madagascar)
 CIFOR : Center for International FOrestry Research (Indonésie)
 CIIFAD : Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development (Etats-Unis)
 CTFT : Centre Technique Forestier Tropical (intégré dans le CIRAD, France)
 CIRAD : Centre de coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
 DDC : Direction du Développement et de la Coopération (Suisse)
 DEA : Diplôme d'Etudes Approfondies (Madagascar)
 DMD : Dans les Médias Demain (revue malgache d'information générale)
 DRFP : Département de Recherches Forestières et Piscicoles (Madagascar)
 DRS: Défense et Restauration des Sols (Madagascar)
 EPFZ : Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich
 ESSA-Forêts : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques - Département Forêts (Madagascar)
 FAO : Food and Agriculture Organisation (affiliée à l'ONU)
 FFKM : Fikambanan'i Fiangonana Kristianina eto Madagaskarika (groupement d'églises chrétiennes de Madagascar)
 FNP : Institut fédéral de recherches sur la Forêt, la Neige et le Paysage (Suisse)
 FNRS : Fonds National suisse pour la Recherche Scientifique
 Fmg : Franc malgache
 FMI : Fonds Monétaire International
 FOFIFA : FOibe Flkarakarana FAmbolena, voir CENRADERU
 GCF : Gestion Contractualisée des Forêts
 GDRN : Gestion Durable des Ressources Naturelles
 GE : Groupe d'Espèces (phytosociologie)
 GFD : Groupe de Foresterie pour le Développement (Chaire de sylviculture, EPFZ)
 GR : Groupe de Relevés (phytosociologie)
 GTZ : Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (coopération allemande)
 ICRAF: International Centre for Research in AgroForestry (Kenya)
 IBSRAM : International Board for Soil Research And Management (Thaïlande)
 IITA: International Institute of Tropical Agriculture (Nigeria)
 IRD: Institut français de Recherche scientifique pour le Développement (France)
 IUED : Instiitut Universitaire d'Etudes pour le Développement (Suisse)
 MARP : Méthode Accélérée de Recherche Participative
 MIT : Massachusett Institute of Technology (USA)
 ONU: Organisation des Nations Unies
 ORSTOM : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (devenu IRD, France)
 OUA : Organisation de l'Unité Africaine
 PAE: Plan d'Action Environnemental (Madagascar)
 PCDI : Projet de Conservation et de Développement Intégré
 PEII : Programme Environnemental, phase II (Madagascar)
 PNUD: Programme des Nations Unies pour le Développement
 PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
 PRA : Participatory Rural Appraisal
 RRA : Rapid Rural Appraisal
 SFR: Sécurisation Foncière Relative
 SIG: Système d'Information Géographique
 SRA: Système de Riziculture Améliorée
 SRI : Système de Riziculture Intensive
 TSRP: Tropical Soil Research Programme (Université de Caroline du Nord, Etats-Unis)
 TT : Terre-Tany (projet CDE-DDC)
 UE : Union Européenne
 UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
 UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
 UNICEF : United Nations International Children Emergency Fund
 USAID : United States Agency for International Development
 WEPAL: Wageningen Evaluation Program for Analytical Laboratories (Hollande)
 WWF : World Wildlife Fund (Fonds mondial pour la nature)

1. Introduction

1.1 Problématique générale et finalité du programme de recherche

1.1.1. Des problèmes d'échelle mondiale

Les problèmes et dangers liés à une *déforestation* massive sont unanimement reconnus. Il y a environ un siècle, certains pays industrialisés ont déjà dû y faire face, en général moins par souci écologique que parce que ses effets négatifs mettaient en péril la population locale, notamment dans le cas de la Suisse. A l'heure actuelle, dans les pays du Nord, les mouvements politiques et les soucis écologiques récents (« mort » des forêts, augmentation de la pollution atmosphérique, changements climatiques) ont amené les dirigeants à ne plus seulement veiller à la préservation des surfaces forestières mais à accorder de plus en plus d'importance à la conservation de la *biodiversité*, facteur fondamental pour qu'un système naturel soit apte à supporter et à s'adapter à des conditions écologiques et des contraintes sociales changeantes. Malgré tout, dans le monde, au moins 17 millions d'hectares (soit quatre fois la surface de la Suisse) de forêts disparaissent encore annuellement (Dale et al., 1993) et les pertes que connaît ainsi la biodiversité ne sont pas quantifiables.

D'après d'autres estimations de la FAO (1993), sur les 21 millions d'hectares de forêts tropicales qui ont disparu chaque année entre 1981 et 1990, plus des trois quarts ont été voués à l'agriculture (dont 75% pour la culture sur brûlis), alors que moins d'un quart est dû aux effets de l'exploitation du bois. Dans la situation actuelle, ces gains de surfaces cultivables sont nécessaires pour répondre aux besoins de la population toujours plus forte des pays du Sud, qui s'appuient sur un système de production essentiellement agricole. En 1992, Ameldung et Diehl estimaient à un demi-milliard les personnes qui vivaient de la culture sur brûlis. Ce mode de mise en culture a été pratiqué depuis des siècles, surtout sur les versants de collines, sans que cette technique culturale n'ait impliqué une réduction irréversible de la surface des forêts. Mais actuellement, les avantages de cette méthode, comme la facilité d'accès au terrain, l'élimination des ravageurs et la mise à disposition rapide des nutriments pour le sol, ne semblent plus suffisants pour contrebalancer rationnellement ses impacts négatifs sur la fertilité à long terme des terres agricoles. Cette modification de l'équilibre provient essentiellement de la répétition plus fréquente des cultures et de la réduction de la durée de jachère.

Les problèmes ne se résument pourtant pas aux seuls aspects écologiques ou techniques. En effet, les pays du Sud sont soumis à des contraintes naturelles, comme la faible fertilité des sols due à des roches très altérées, les précipitations diluviennes et les problèmes liés aux ravageurs et mauvaises herbes (cf. Weischet et Caviedes, 1993). Il s'y ajoute un ensemble complexe d'inégalités économiques et commerciales, tant internationales qu'internes. Sur le plan international, le phénomène de la mondialisation risque d'augmenter la dépendance commerciale des pays du Sud à l'égard des puissances économiques. Au niveau des pays eux-mêmes, les différences entre les centres et les périphéries pourraient aboutir à des déséquilibres comparables puisque les espoirs de catalyseur de développement sont souvent placés en dehors du secteur primaire (sauf dans le cas des ressources minières à forte valeur ajoutée). Quelques initiatives industrielles intéressantes surgissent, mais généralement depuis des centres de production et pour des bénéfices relativement ponctuels. Les offres d'emploi non-agricoles ne correspondent pas aux besoins résultant de la croissance démographique et des difficultés de production. Les nombreuses populations rurales n'ont pas encore pu jouer un rôle prépondérant dans le développement de leurs pays, vu leur faible pouvoir d'achat, voire de production. De plus, les infrastructures de toutes sortes (desserte, mais aussi écoles et hôpitaux) restent lacunaires dans de vastes zones rurales, ce qui implique également des problèmes de communication, de contrôle et surtout d'appui des autorités en faveur des campagnes.

On se retrouve donc face à des populations rurales relativement autonomes qui vivent d'une agriculture de subsistance principalement liée à la culture sur brûlis, et des Etats qui prennent conscience de l'importance politique et économique de cette majorité de la population, sans avoir toutefois la cohésion politique ou les moyens de l'appuyer et de la faire participer à l'élan de développement recherché pour leurs pays. Les problèmes de confiance entre la population des zones rurales et les décideurs sont aggravés par les différences de formation et de capacités de négociation qui les séparent, ainsi que par les recoupements qui existent entre certains détenteurs du pouvoir politico-administratif et les grands opérateurs économiques. Outre les possibilités de corruption directe par abus de pouvoir, connues dans de

nombreux services administratifs à maigre financement, ces liens provoquent des risques de corruption indirecte à travers des facilités de procédures ou d'autres allègements fiscaux accordés aux investisseurs « connectés » (puis redevables) à la classe dirigeante. Dans les pays où de telles pratiques sont courantes, les projets d'appui se heurtent à des problèmes stratégiques s'ils entendent rester en dehors des règles informelles du système en place, problèmes qu'ils doivent régler pour que les plus pauvres ne restent pas en marge du développement.

1.1.2. Madagascar : une situation caractéristique

A l'échelle planétaire, Madagascar est reconnu comme une des zones prioritaires pour des activités de conservation (Myers et al., 2000 ; Conservation International, 1998 ; Lowry et al., 1997). Cela découle d'une part des particularités insulaires de la flore et de la faune malgaches, sur lesquelles nous reviendrons, d'autre part de l'évaluation des dangers qui menacent les ressources naturelles et leurs habitats. Sur le plan social, selon les classements établis en fonction de la longévité, du savoir et d'un standard de vie décent, Madagascar a été considéré en 1997 comme un pays à faible développement humain (152^e rang sur 175 pays, PNUD, 1998) qui nécessite un sérieux effort en ce domaine.

Dans la zone tropicale humide de Madagascar, la *culture de riz sur brûlis (tavy)* a été introduite dès l'arrivée des premiers habitants. Ces paléo-indonésiens, qui se sont unis à des Africains en Afrique et/ou à Madagascar, connaissaient la pratique de la culture sur brûlis et l'élevage du bétail (Battistini et Vérin, 1972). Ce mode de culture est responsable d'une déforestation qui progresse sans répit, mais les effets les plus durement ressentis au niveau local restent la dégradation croissante de la fertilité des terres agricoles et la diminution des récoltes, soit en bref les difficultés de développement de la population rurale. Vu de l'extérieur ou des colons, on a longtemps insisté sur le caractère dévastateur du feu. En 1927, l'impact des feux répétés a poussé Humbert à présenter les « Principaux aspects de la flore de Madagascar » avec un sous-titre éloquent : « La destruction d'une flore insulaire par le feu ». Très tôt, les législateurs avaient décidé de légiférer (code de 305 articles de Ranaivalona II, 1881) de manière répressive au sujet de l'utilisation du feu. Plus récemment, en 1989, le Plan d'Action Environnementale recommandait d'installer des mesures de « DRS – Défense et Restauration des Sols » pour toute mise en culture sur des pentes supérieures à 12%, ce qui aurait dû avoir une incidence sur la pratique du *tavy*. Suivant cette règle, de nombreux terroirs à relief marqué n'auraient pu être cultivés sans surcharge de travail importante que sur les bas-fonds. Cette mesure reste donc inappliquée.

Sans alternatives autres que l'implantation de cultures d'exportation introduites notamment par les colons français, principalement du café, de la vanille et des bananes, les communautés rurales n'ont pas osé abandonner leur principale culture de subsistance et se sont donc opposées à une telle réforme dès que les déficiences des contrôles le permettaient. Elles ont ainsi perdu confiance en l'Etat ou l'administration ou autrement dit, elles ont conservé leurs méfiances pré-coloniales vis-à-vis des autorités extérieures (Dez, 1965, parle du problème psychologique de la répression). Depuis, il n'existe quasiment plus de véritable relation de partenariat, par manque de volonté ou de moyens des autorités, de même que par manque de communication et de connaissances des situations rurales.

A l'heure actuelle, alors que la croissance économique de Madagascar s'améliore légèrement, les décideurs tentent de lutter contre la pauvreté, notamment rurale, en s'associant à divers bailleurs de fonds conscients des problèmes socio-économiques et écologiques, conscients également du manque d'informations précises sur les conditions de base rurales. Certaines collaborations rapprochées entre services publics et société civile (comités régionaux de développement) facilitent la planification et l'intégration des activités à mener sur un niveau décentralisé.

1.1.3. Rio : vers de nouvelles approches pour de meilleures informations

La Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio, en 1992, a eu le mérite de faire progresser le concept de *développement durable* qui « tend à (ré)concilier la solidarité sociale, la responsabilité écologique et l'efficacité économique » (IUED, 1998). L'objectif de ce concept a été défini dans le rapport de la commission Brundtland : le développement durable doit permettre de satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire leurs propres besoins.

Une des premières implications de ces déclarations semble claire : les approches et méthodes de recherches utilisées jusque là apportent de nombreuses informations sectorielles mais ne sont pas à

mêmes de répondre complètement aux questions soulevées par la compréhension des « besoins sociaux, écologiques et culturels » sans que de nouvelles manières d'analyser les informations et d'appréhender les phénomènes d'évolution ne soient développées. Cette notion de développement durable de Rio élargit le champ d'analyse, les besoins en information et les incertitudes, mais elle a le mérite d'être plus souple et adaptable à des conditions changeantes.

Si on revient aux premières réflexions sur la notion de durabilité, on s'aperçoit qu'elles ont été menées par le corps forestier et qu'elles avaient pour but d'estimer et d'assurer un rendement soutenu de la production commerciale de bois. Pour chaque type de forêt, les forestiers se sont donnés les moyens d'évaluer son potentiel de production à l'aide d'inventaires déterminant en particulier le volume disponible et permettant de quantifier l'accroissement attendu. Depuis ces dernières décennies, alors que la fonction de production de la forêt a perdu de son importance et que son rendement financier est diminué, l'ajustement des méthodes d'observation de la forêt à de nouveaux paramètres est en cours. Dans ce cadre forestier, Schmidt (1998) distingue comme indicateurs généraux des trois systèmes (écologique, social et économique) les paramètres suivants: un minimum de perturbation de l'écosystème, le succès des partenariats entre acteurs et la rentabilité des exploitations.

Les programmes de recherches liés au développement essaient dorénavant de s'appuyer sur des indicateurs de durabilité définis pour répondre à ces nouveaux besoins de connaissances. Ils passent parfois par une analyse d'état (bilan des besoins et des ressources, cf. Schneider, 1996), puis par une modélisation des évolutions possibles. Les conditions à respecter pour ces indicateurs pourraient être :

- La précision: sans données de base précises, il ne sera pas question d'établir un bilan pertinent entre les besoins des générations présentes et les potentiels utilisés.
- La connaissance des dynamiques évolutives: soit la connaissance des besoins et des ressources utilisées; à défaut, il sera impossible de pouvoir estimer la probabilité de satisfaction des besoins à venir.
- Une vision d'ensemble structurée : les aspects écologiques, sociaux et économiques sont considérés d'égale valeur et ils doivent donc être traités de manière intégrale ; il est indispensable de respecter la structure de leurs relations pour ne pas se noyer dans leur complexité.

Certains principes ou outils méthodologiques facilitent l'inventaire ou les analyses des critères : il s'agit principalement de *l'analyse systémique* et la *transdisciplinarité*, intimement liées, et enfin de *l'approche participative*. Nous reviendrons plus longuement sur ces approches et leurs adaptations dans le chapitre méthodologie.

1.1.4. La finalité du programme de recherche

L'importance mondiale de la culture sur brûlis et la difficulté d'y trouver des alternatives viables, de même que la richesse naturelle et la pauvreté sociale de Madagascar justifient aisément le choix du pays et l'intérêt de recherches axées sur la conservation de la biodiversité des espaces naturels, sur le maintien de la fertilité des zones cultivées et sur l'amélioration des conditions de vie locales. En fonction de la volonté de concrétiser la notion de développement durable, ainsi que des connaissances des partenaires malgaches et des chercheurs suisses, la finalité des recherches du projet Terre-Tany (voir chap. 1.3 : Cadre de travail) a été énoncée comme suit :

Contribuer à une utilisation soutenue des ressources naturelles en mettant à disposition des décideurs-opérateurs, formateurs/chercheurs et populations rurales, des données précises et des méthodes permettant un aménagement de terroirs tenant compte des conditions changeantes.

1.2 Objectifs et démarche de la thèse

Comme ce travail de thèse et le projet BEMA dont il est une composante se sont intégrés à un autre projet de recherche existant, Terre-Tany, et comme la thèse a été accompagnée de nombreuses autres études, deux facteurs se sont avérés décisifs dans la formulation du plan d'étude : l'adaptation au dispositif en place, donc la possibilité de profiter par là même des connaissances établies, et une bonne distinction des sujets à traiter et des types de collaboration. Ces contraintes de coordination proviennent de la volonté de travailler en équipe et de définir des solutions qui entrent dans une vision d'ensemble de la dynamique des terroirs étudiés. Le cadre de travail est présenté au chapitre 1.3 suivant, dans lequel on reprendra la structure du projet.

La finalité de la thèse, comme de l'ensemble du programme de recherches de BEMA, est de contribuer à une *gestion durable des ressources naturelles par les communautés locales*. Dans le cas présenté, l'étude est réalisée :

- A travers une analyse de l'évolution de la dégradation/régénération des sols et des jachères sous culture sur brûlis ;
- Puis par l'analyse du rôle actuel et des potentiels de gestion des jachères, de l'arbre et de la forêt (essentiellement relictuelle) dans l'ensemble du système agro-écologique ;
- Enfin, par une *analyse des possibilités d'amélioration de la gestion des ressources naturelles dans le système agraire et des pistes d'aménagement rural*.

Les connaissances acquises par l'ensemble du programme de recherche au niveau des systèmes agraires de la région, les résultats de ce travail, ainsi que leur restitution permettent une discussion finale du rôle que les ressources naturelles pourront jouer dans un aménagement de terroir, en fonction des priorités paysannes et des connaissances écologiques. L'encadré qui suit illustre de manière générale la démarche suivie et les travaux de collaborateurs, qui seront rappelés dans le chapitre « résultats ».

Fig. 1 : Démarche générale de travail et répartition des thèmes clés dans l'équipe BEMA

Analyses de la contrainte principale de l'agro-écosystème: les effets de la culture sur brûlis

- effets au niveau des bassins-versants/terroirs mis en culture depuis des périodes différentes (J. Brand)
- évolution de la déforestation (J. Brand)
- mécanismes de succession végétale secondaire et de pertes de fertilité dues à la culture sur brûlis (ce travail)
- Connaissances du processus de dégradation général (effets au niveau d'un terroir et de sa communauté) et stationnel (possibilités de distinguer le « stade de dégradation » d'un sol selon son couvert végétal).

Recherche de pistes d'alternatives: les potentiels de gestion des ressources naturelles

- utilisations des ressources selon les types d'espaces ruraux, rôles de ces utilisations pour les communautés locales (ce travail)
- importance quantitative et/ou qualitative des utilisations, des espèces utilisées (ce travail)
- analyses des pratiques locales d'utilisation/de gestion (P. Ranjatson pour les forêts relictuelles, A. Razafimahatratra pour les tanimbohy)
- discussion des priorités paysannes (ce travail)
- conditions-cadre locales, aménagement du terroir: conditions d'accès aux terres, de pérennisation de l'exploitation, de conservation, etc. de l'arbre et la forêt (P. Moor/TT et ce travail)
- Analyse du rôle actuel des ressources naturelles pour les communautés locales

Relation entre les volontés locales et les possibilités d'aménagement des ressources naturelles:

recherche d'optimisation de la gestion des ressources pour la population locale

- quelles sont les possibilités d'améliorer le cycle actuellement non durable de culture sur brûlis? (ce travail puis P. Messerli)
- quelles sont les ressources de l'arbre et la forêt les plus utiles aux yeux des paysans?
- quels types de gestion, de pratiques sont connus? quelles possibilités d'amélioration?
- comment la population rurale peut-elle envisager une gestion modifiée? (restitution puis P. Messerli)
- quelles sont les contraintes d'aménagement? (tous)
- Objectifs d'aménagement ⇔ Restitution/discussion avec les communautés locales (ce travail)
- quelles espèces locales présentent un potentiel agroforestier?
- quelles connaissances en agroforesterie sont-elles applicables?
- Propositions de mesures/essais à mettre sur pied ⇔ Restitution/discussion avec les communautés (P. Messerli)

La culture sur brûlis dans son ampleur actuelle entraîne clairement une dégradation des ressources secondaires. La démarche de travail part d'une analyse de ce processus afin d'y évaluer les risques écologiques et les limites d'utilisation de la culture sur brûlis. La méthode utilisée tente de quantifier et de différencier ses effets sur le développement de la végétation secondaire et sur les sols qui y sont associés. Cette étape doit permettre surtout de préciser les effets écologiques du *tavy* dans les conditions malgaches, afin de faciliter les réflexions d'institutions d'appui ou de décideurs régionaux ou nationaux.

La deuxième étape s'attache à étudier le rôle socio-économique des types de couverts ligneux connus pour la région: les jachères, les *tanimboly* comme prémices d'agroforesterie, les reboisements et les forêts relictuelles. Il s'agit donc de traiter plusieurs types de gestion de la végétation ligneuse: d'une part à vocation agricole (jachères brûlées et installation de cultures de rente, notamment fruitières: caféiers associés à des bananiers, avocatiers, néfliers, etc.) et d'autre part à vocation sylvicole par l'installation de reboisements et par l'exploitation des forêts relictuelles.

Les objectifs sont les suivants:

1. Discuter les effets de la culture sur brûlis par l'analyse de la déforestation et des processus de dégradation.
2. Catégoriser de manière phytosociologique les différentes formations secondaires et analyser leur relation avec le relief et les sols qui les supportent. En déduire une relation entre la formation végétale et l'état « de dégradation » de la station par rapport aux cycles actuels de culture sur brûlis.
3. Caractériser la nature et analyser les rôles locaux des diverses formes de végétation secondaire et de couvert boisé, leurs priorités aux yeux des paysans et leurs conditions d'accès. Quantifier/qualifier les utilisations les plus importantes.
4. En déduire des options d'aménagement futur des ressources naturelles dans un terroir de l'Est malgache soumis à une forte pression de culture sur brûlis, selon les contraintes et potentiels observés. Assurer le bien-fondé de ces propositions par un processus de consultation de la population locale.

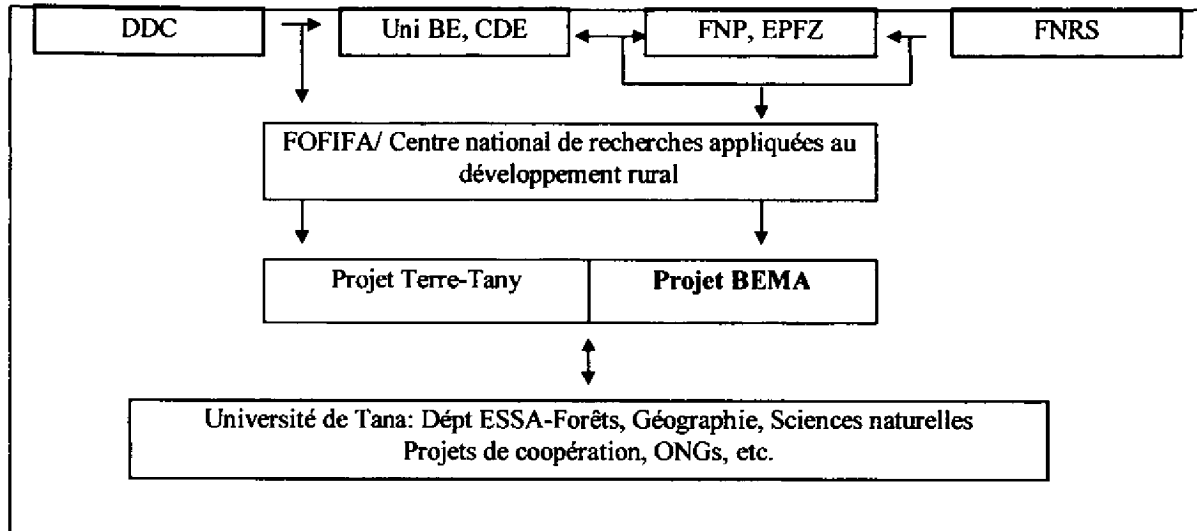
1.3 Cadre de travail du projet BEMA

Grâce aux retombées politiques de la Conférence de Rio, le Fonds National Suisse pour la Recherche Scientifique (FNRS) a pu engager, dans le cadre du Programme Prioritaire Environnement, un module nommé « Environnement et Développement », cofinancé par la Direction du développement et de la coopération (DDC). Pour garantir une multidisciplinarité adéquate et un large encadrement, trois institutions complémentaires suisses se sont associées afin de présenter le projet qui fut le cadre de cette thèse : le Groupe de Foresterie pour le Développement (GFD) de la chaire de sylviculture de l'École Polytechnique Fédérale de Zürich (gestionnaire du projet BEMA), le centre pour le développement et l'environnement (CDE) de l'institut de géographie de l'Université de Berne et l'Institut Fédéral de Recherches sur la Forêt, la Neige et le Paysage (FNP) de Birmensdorf. Leurs partenaires malgaches suivent également une logique de collaboration multisectorielle ; ce sont : le FOFIFA (le Centre National de Recherches Appliquées pour le Développement Rural), le Département de Géographie et l'École Supérieure des Sciences Agronomiques - Département Forêt (ESSA-Forêts), tous deux de l'Université d'Antananarivo. Ensemble, ces institutions ont présenté le projet nommé d'abord ECO-BEF (bilan écologique dans la zone de Beforona, 1994-96) puis BEMA (bilan écologique à Madagascar, 1996-2000).

La particularité de ce montage résidait surtout dans la présence sur place, avant le début du projet FNRS, d'un projet entièrement financé par la DDC et régi par le CDE de l'Université de Berne, nommé Terre-Tany¹ (Fig. 2). Plusieurs avantages logistiques ont découlé de cette collaboration et la bonne marche des recherches a été fortement facilitée par l'appui des chercheurs de Terre-Tany sur le terrain.

¹ Tany signifie terre en malgache. Le projet était à l'origine inséré dans le programme de défense et restauration des sols.

Fig. 2: Structure institutionnelle du projet



La démarche de départ des projets Terre-Tany/BEMA peut être divisée en deux parties interdépendantes et quelquefois coïncidentes:

- la première consistait à remédier aux lacunes de connaissances en établissant dans une zone déterminée un bilan écologique et socio-économique des impacts de la culture sur brûlis, puis de l'ensemble du système agraire (de l'agro-écosystème) ;
- la seconde s'est basée sur la première et a comme objectif de développer avec la population rurale des options d'aménagement de terroirs qui soient réalistes et qui permettent une amélioration du système de production répondant aux critères de développement durable.

En cohérence avec l'énoncé de la finalité, l'aménagement des terroirs ne peut pas être directement compris comme un résultat du programme, puisque c'est à partir de données et méthodes connues qu'il pourra être mis en place par des entités locales. En effet, comme le souligne Schneider (1996), l'aménagement n'est pas un but en soi mais un *processus* à développer sous la responsabilité des communautés de base. Pour valoriser au maximum ces premiers résultats, le projet a évolué suivant trois pistes :

- ◆ la première a eu pour but de concrétiser de manière participative les options d'aménagement à travers des essais *on-farm* de techniques culturales et de conditions socio-organisationnelles.
- ◆ Afin de ne pas se cantonner à la zone d'étude, une vérification de la validité des résultats de recherche à un niveau spatial plus large a été planifiée à travers le traitement d'informations, notamment satellitaires, qui couvraient des entités administratives (Sous-préfecture ou Province) relativement homogènes du point de vue agro-écologique. L'extrapolation des résultats de la zone d'étude à ce niveau donnera une base de planification et de prise de décision aux structures décentralisées qui voient actuellement leurs compétences élargies.
- ◆ La troisième piste étudie les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la communication entre les divers niveaux concernés. De cette manière, les outils de communication devront permettre la diffusion des pistes d'amélioration du système agraire ainsi que d'informations commerciales, mais ils devront aussi, dans l'autre sens, faciliter une information objective des décideurs et, à terme, renforcer la représentation du monde rural dans les prises de décisions.

C'est sur la base de cette approche et de la structure institutionnelle que les divers thèmes de recherche ont été définis. Chacun des travaux représente en fait le résultat d'une collaboration, avec des nuances quant à la spécialisation des recherches. La figure 3 présente, pour le projet BEMA, l'ensemble des recherches qui y ont été menées, de même que les mémoires ou DEA que les étudiants de doctorat ont encadrés ou avec lesquels ils ont fortement collaborés.

Fig. 3 : Réseau de collaboration des projets BEMA et Terre-Tany : thèmes et acteurs

Programme de recherche BEMA : thèmes et liens de collaboration avec le projet Terre-Tany

Projet BEMA		Projet Terre-Tany		Appuis techniques
Volets de recherche	Thèmes de thèse	Thèmes de DEA, mémoires de 2e cycle	Collaborations directes avec des étudiants du projet TT	Appui de chercheurs permanents TT ou BEMA
DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL	J. Brand : La dynamique du système agro-écologique (1998)	W. L. Rakotovo : Erosion sous diverses cultures (DEA, 1996) J. D. D. Randrianarisoa : Dégâts cycloniques (Mémoire, 1996) J. B. Randriamboavonjy : Le système agraire (Mémoire, 1996) L. Ravoavy : L'évolution du couvert végétal après culture sur brûlis (DEA, 1996)	Vololonirainy : Succession végétale (Mémoire, 1995) Jurg Zurbuchen : Evolution démographique (travail de diplôme en cours) M. Rakotozafy : L'évolution de la biomasse pendant les premiers cycles de culture (Mémoire, 1996)	O. Rañalimanana : Cartographie SIG C. Rakotoarinarivo : Analyses sol L. Ravoavy : Analyses de végétation S. Rakotonarivo : Relevés de végétation F. Andrianantenaina : Relevés climatologiques
	J.-L. Pfund : Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles (2000)	P. Ranjatson : Le rôle des forêts relictuelles (DEA, 1998) A. Razafimahatratra : Le rôle des <i>tanimboly</i> (DEA, 1998)	V. Razafintsalama : Perception paysanne de la fertilité (Mémoire, 1997) P. Moor : L'influence des conditions socio-économiques sur la gestion des ressources naturelles, en cours	N. Rakotondranaly : Relevés pédologiques A. Leyvraz : Relevés sol-végétation
	L. Razafy Fara : Aménagement d'un terroir forestier (1999)	F. Andrianantenaina : Améliorations des <i>tanimboly</i> , en cours S. Rakotonarivo : Jachères améliorées (2000) J. D. D. Randrianarisoa : L'effet de la route nationale sur la structure des systèmes agraires (1998) T. Ranaivoaharimanalina : Réseau de communication rurale, en cours L. I. B. Raoliarivelo : Décentralisation, en cours	Fin du projet Terre-Tany	H. M. Andriamasy, SAF-FJKM : Suivi des activités paysannes et sensibilisation
AMELIORATIONS DU SYSTEME AGRAIRE	P. Messerli : Améliorations du système agraire de Beforona, en cours			
MISE EN RELATION DES ACTEURS	P. Kistler : Identification des conditions du passage au développement, en cours			

Le projet BEMA se poursuit actuellement à travers les volets de recherche « régionalisation » et « mise en relation des acteurs, communication », avec la volonté d'initier un aménagement de terroir qui colle au mieux à la réalité, et d'assurer une restitution des résultats qui permettent ensuite aux Malgaches de divers horizons de faire fructifier les premières réflexions. Un projet américain principalement géré par LDI a permis de poursuivre des activités opérationnelles mais, dans un sens de pérennité, c'est l'analyse de la constellation d'acteurs, notamment institutionnels et étatiques, la plus favorable pour initier et suivre les activités d'amélioration et de planification proposées qui pourrait être déterminante pour la région.

1.4 Le dispositif de recherche du projet BEMA

Fig. 4 : Bref portrait de la région de recherche

<i>Localisation:</i>	Région de <i>Beforona</i> ; PK 160 de la RN2 Tana-Tamatave. Couloir (25 km x 7 km) avec gradient agro-écologique partant d'une zone à prédominance de forêt, puis de cultures et jachères arbustives et enfin de cultures et savanes.
<i>Système administratif:</i>	Communes de Beforona à l'ouest (terroirs forestiers et à végétation secondaire), d'Ampasimbe à l'est (terroir savanisé), 2 ex- <i>Firaisana</i> .
<i>Altitude:</i>	1200 m à l'ouest - 200 m à l'est.
<i>Relief:</i>	Disséqué, vallées en forme de V, bas-fond rares, pentes normalement > 40 %.
<i>Climat:</i>	Tropical-humide, influencé par l'altitude (T moyenne 19°C - 23°C). Prédominance des alizés du SE, masse d'air humide et chaud, pluies pendant toute l'année (2000-3500 mm, culmination déc. - mars).
<i>Végétation climacique:</i>	Forêt dense humide -sempervirente et -de montagne dès env. 800m.
<i>Végétation dominante:</i>	Différentes formations de jachères arbustives (<i>savoka</i>) et de savanes anthropiques.
<i>Sols:</i>	Sols ferrallitiques, fortement désaturés, faibles en nutriments, caractéristiques physiques de bonnes à moyennes.
<i>Habitants:</i>	<i>Betsimisaraka</i> (autochtones) et <i>Merina/Antesaka/Antemoro</i> (immigrants).
<i>Système agricole:</i>	Riz pluvial sur brûlis, suivi de manioc et/ou de patates douces. Cultures de rente (bananes, café, gingembre), élevage extensif de zébus et quelques parcelles de riz irrigué dans les bas-fonds.

Le dispositif de recherche a été choisi de manière à faciliter l'analyse de l'évolution des ressources naturelles et des logiques de gestion en fonction des effets de la culture sur brûlis. Selon d'anciens écrits (cf. Zurbuchen, 1996), le couvert forestier a disparu d'abord des côtes sous l'influence des brûlis avant d'être petit à petit grignoté d'est en ouest par une population croissante. Suite à ces interventions humaines et en parallèle aux étages de Le Bourdieu (1974), trois zones peuvent actuellement être distinguées : la zone forestière à l'ouest (700-1200m), la zone intermédiaire ou des *savoka*, puis la zone savanisée à l'extrême est (300-500m). Ce gradient altitudinal mais surtout anthropique représente un pilier des études évolutives que le projet a menées puisqu'on sait que les terroirs de basse altitude ont été mis en culture en premier (il y a env. 150 ans) alors qu'on peut observer les premières mises en culture dans le terroir boisé.

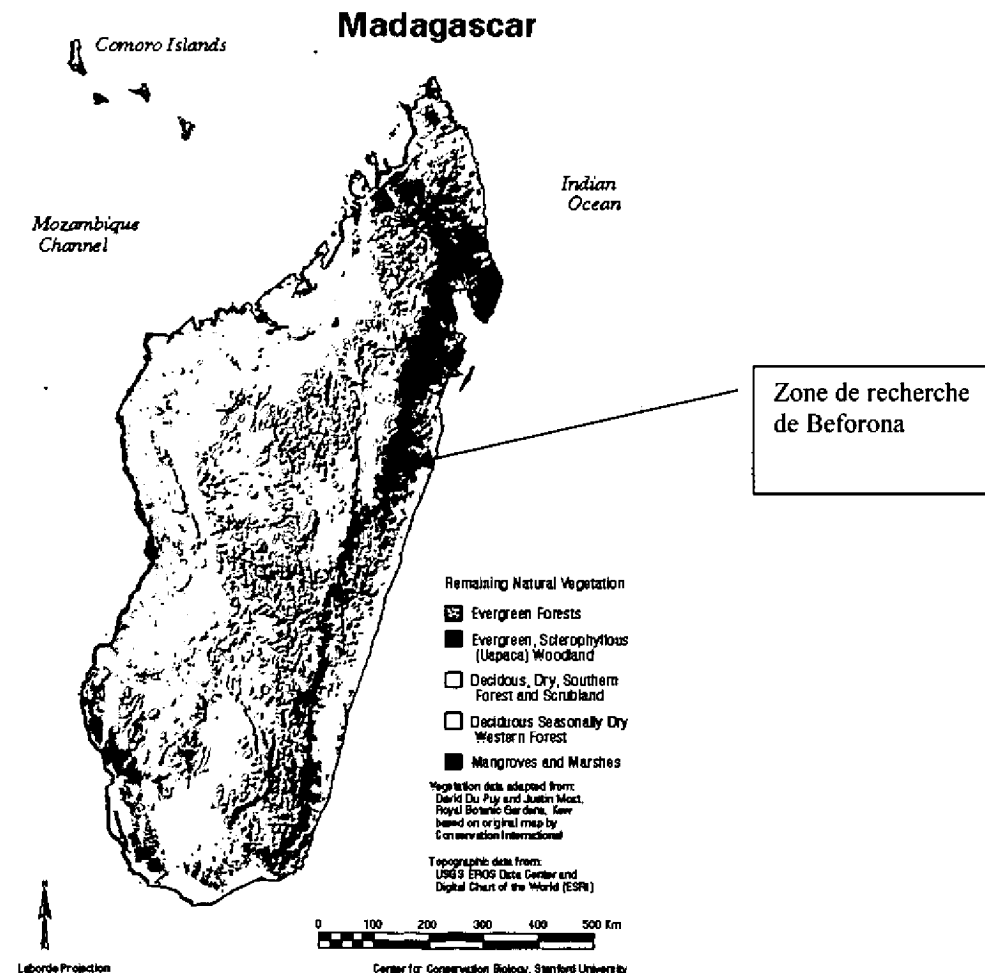
Photo 1 : Le versant nord du terroir forestier d'Ambodiaviavy-Bemanasy, forêt de Vohidrazana en haut



Pour représenter chacune des zones (et partant, des étapes évolutives de la gestion des ressources), des terroirs villageois ont servi de cadre aux diverses recherches écologiques ou socio-économiques. Afin de pouvoir comparer les résultats d'analyses hydrologiques aux résultats socio-économiques, ces terroirs ont été si possible assimilés à leurs bassins versants respectifs. Leurs surfaces varient de 3.5 à 9 km². Le bassin versant de **Vohidrazana** correspond dans cette étude aux terroirs de **Bemanasy/Ambodiaviavy** pour la zone forestière (photo 1), **Fierenana /Vakampotsy** pour la zone des savoka et **Salampinga/Ambohimadana** pour la zone savanisée. Dans ces deux dernières zones, terroirs et bassins versants sont presque parfaitement identiques. La carte 1 présente une carte de la région qui limite les terroirs étudiés.

Le terroir villageois n'est pas le seul niveau d'observation utilisé par le projet, puisque d'une part les essais de régionalisation sont en cours (cf. Nambena, à paraître) et d'autre part, pour la plupart des recherches sectorielles, le niveau du terroir s'avère trop global pour aboutir à une compréhension des processus de base. Les ménages, pour le domaine socio-économique et la station, ou le site, pour le domaine écologique, ont représenté l'unité d'échantillonnage (figure 5).

Carte 1 : Localisation de la région d'étude à Madagascar



Carte 2 : Localisation des terroirs étudiés, le long de la RN2 entre Moramanga et Toamasina.

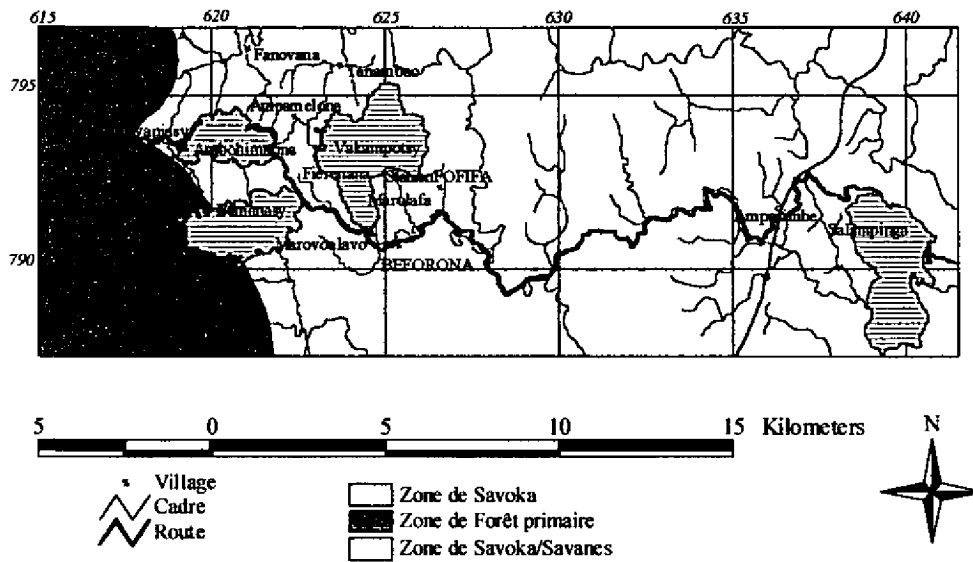
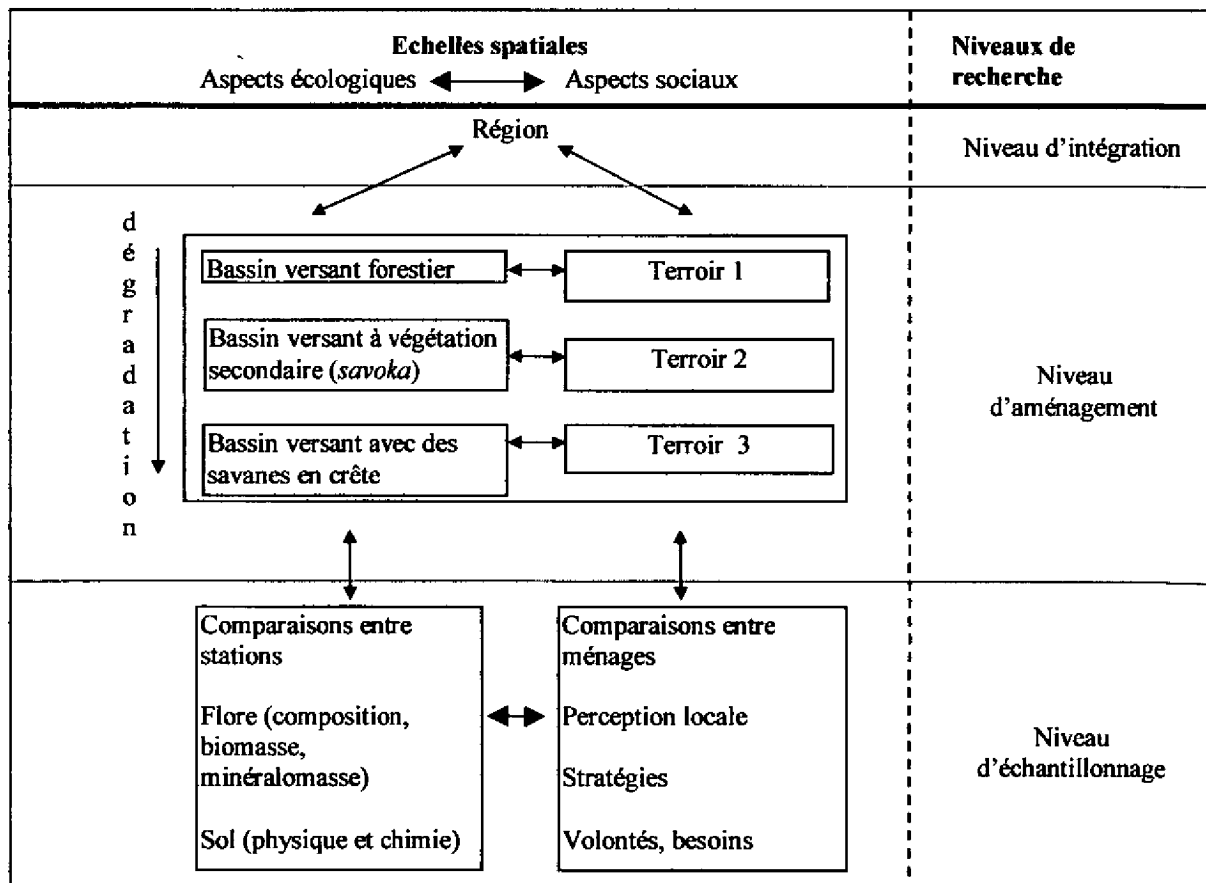


Fig. 5 : Dispositif de recherche



1.5 Madagascar

1.5.1 Historique (basé sur Sick, 1979)

Madagascar s'est séparé de l'Afrique et du reste du Gondwana (Amérique du Sud, Sud de l'Inde, Australie et Antarctique) il y a 165 mio d'années, et s'est stabilisé dès le Crétacé (121 mio d'années) à sa position actuelle, très proche de l'Afrique (Rabinowitz et al., 1983). Depuis cette époque mais aussi grâce à des échanges ultérieurs, sa flore a pourtant gardé une affinité remarquable avec les flores indo-australomalaisiennes (Schatz, 1996). Comme les races et la culture semblent également avoir subi des influences de l'ensemble du pourtour de l'Océan Indien, cette rapide isolation et l'histoire de la colonisation de l'île restent sujettes à de nombreuses études scientifiques à travers lesquelles on tente de distinguer ce qui s'est effectivement développé à Madagascar, de ce qui a été introduit et s'est transformé sur la grande île, tant sur le plan social que naturel.

Selon Battistini et Verin (1972), l'homme n'est apparu à Madagascar qu'environ 1000 ans après J-C. Pourtant, selon certains récits de navigateurs, des Africains auraient pu être présents sur l'île un siècle avant J-C et l'UICN/PNUE/WWF (1990) cite une présence humaine vieille de 2500 ans. Les recherches archéologiques ont démontré que les habitants de Madagascar, à la fin du premier millénaire apr. J-C., étaient des chasseurs, notamment de lémuriens, mais aussi d'animaux maintenant disparus comme l'Aepyornis, une autruche géante, et l'hippopotame nain.

Les influences africaines et malaiso-polynésiennes sur le début de la civilisation malgache sont unanimement reconnues, sur des bases morphologique et linguistique. Ce n'est qu'au 12^e siècle que les Arabes, puis au 16^e que les Européens se sont intéressés à cette île, en particulier à certains endroits des côtes. Suite aux récits de Diaz et Vasco de Gama, les Portugais ont utilisé Madagascar comme étape dans leur route vers l'Inde. Dès le 17^e siècle, l'arrivée d'autres puissances, comme la Hollande, l'Angleterre et la France, a affaibli puis remplacé l'influence des Portugais. A cette époque et grâce aux voies maritimes, le marché prenait de plus en plus d'importance, notamment à travers le troc d'esclaves et d'armements. Cette période a également été marquée par la piraterie dont certains représentants sont restés à Madagascar et Ste-Marie jusqu'au 17^e siècle. Ces échanges extérieurs ont également permis l'introduction de nouvelles cultures, telles que celle du manioc, de la patate douce, du maïs, du café et de certains fruits comme les bananes, les mangues et avocats.

Dans le même temps, les tribus se sont développées et ont affirmé certaines caractéristiques de leur culture et de leur système agraire en fonction de leur environnement respectif. On peut citer dans les grandes lignes la culture sur brûlis pour les zones côtières forestières, à l'Est pour le riz et à l'Ouest pour le maïs, l'élevage et la riziculture irriguée dans les zones sèches et les Hauts-Plateaux, et enfin la pêche dans quasiment toutes les zones côtières. On distingue actuellement près de vingt tribus, terme utilisé par opposition à celui d'ethnie qui est souvent employé mais qui ne reflète pas le fait que les tribus soient plus liées au territoire et à l'appartenance à des royaumes que directement à une race ou une lignée généalogique très ancienne.

Jusqu'au 18^e siècle, toutes ces tribus étaient divisées en une multitude de petits groupes et l'attachement aux ancêtres directs semble avoir été plus important que l'appartenance à une entité supérieure. Seule l'ethnie Merina, sous l'impulsion du roi Andrianampoinimerina (1787-1810) et de son fils Radama Ier (1810-1828), a pu unir ces groupes et même une partie du pays. Radama Ier fut proclamé Roi de Madagascar et fut le premier à profiter d'un appui extérieur, de la part des Anglais, pour organiser l'armée et implanter des écoles. Pourtant, le système de castes séparant les nobles de souche plutôt malaiso-polynésienne (*Andriana*) des roturiers (*Hova*) et des esclaves, ainsi que, peut-être, la forte influence externe, ont poussé quelques tribus côtières à se rebeller et à reprendre possession de leurs territoires. Le pays ne fut ensuite plus vraiment uni et le Premier ministre Rainilaiarivony, successivement allié à trois reines, n'eut pas les moyens de préserver d'abord Diego-Suarez (traité de 1885), puis Antananarivo des mains des Français.

Premier gouverneur de la colonie française officialisée en 1896, le général Gallieni tenta ensuite de conquérir l'ensemble du pays. Ce fut le début d'une période de colonisation relativement calme jusqu'à la Seconde guerre mondiale, peut-être parce que la présence étrangère n'a jamais été trop abondante et que les dirigeants de l'époque ont su éviter une montée de nationalisme (mouvement des *Menalamba*) en jouant sur les tensions entre castes et tribus (Sick, 1979). Suivant le système français, les activités ont fortement été centralisées dans la capitale. La formation de base a été assurée dans les plus grandes villes

alors que l'Université devait être suivie en France. Les cultures d'exportation se sont concentrées dans les zones humides, en particulier la culture du café, imposée, et celles de vanille, de plantes aromatiques, de canne à sucre et de tabac. Les axes routiers les plus importants (axe nord-sud, puis Antananarivo-Tamatave) datent également de cette époque.

Après la Deuxième Guerre mondiale, à laquelle des Malgaches ont participé, la confiance semble avoir été ébranlée et une révolte surgit depuis la côte orientale en 1947, cruellement réprimée par les soldats français puisqu'elle fit plus de 90'000 morts malgaches. Le calme a pu être rétabli et ce n'est qu'avec l'adoption du droit de vote généralisé, en 1956, que les mouvements d'indépendance se firent plus pressants. En 1960, Madagascar devint indépendant dans le calme et fut intégré dans l'ONU et l'OUA.

Le président Tsiranana, représentant des côtiers et d'un « socialisme pragmatique », acquit un pouvoir relativement fort selon le modèle français de la Vème République. Grâce à son charisme, il se forgea une bonne notoriété intérieure comme extérieure pendant ses premières années de pouvoir. Il amorça la « malgachisation » avec d'importants soutiens français. Pourtant, vers la fin des années 70, on lui reprocha de faire perdurer la situation de monopole des Français, les problèmes de corruption et un certain favoritisme. Le Sud puis les Merina (à travers un autre parti, l'AKFM du pasteur Andriamanjato) se révoltèrent. En 1971, un gouvernement militaire prit la relève sous la direction du général Ramanantsoa. Celui-ci ne put contrôler la situation et on attendit beaucoup de son successeur, Ratsimandrava, qui fut pourtant très vite assassiné.

En décembre 1975, l'ex-ministre des affaires étrangères Ratsiraka prit le pouvoir, instaura rapidement un socialisme révolutionnaire dans le cadre de l'AREMA (Avant-garde de la Révolution Malgache) et diffusa un Livre rouge très proche des idées de Mao-Tse-Tung et de Kim Il Sung. Pendant le début de ce règne, le peuple semble être resté relativement passif et la bourgeoisie méfiante. Les liens avec l'aide française et les pays capitalistes se sont fortement affaiblis mais le Gouvernement, voire le nationalisme, ont été ressentis comme assez forts pendant cette époque. La situation économique et la corruption se sont pourtant aggravées jusqu'à ce qu'en 1990, des grèves secouent le pays et qu'un vote populaire élise à la tête de la nation le meneur des grèves, le professeur Zafy, en 1993. Comme la situation générale du pays ne s'améliorait pas et que le débat politique devenait de plus en plus bloqué, le président Zafy fut poussé par l'assemblée nationale à mettre sur pied une nouvelle élection présidentielle en 1996. L'ancien président Ratsiraka fut élu et s'engagea à donner un nouveau départ au pays, sur des bases humanistes et écologiques.

1.5.2 Géographie humaine

Dans les années 80, les estimations de l'ONU arrêtaient la population malgache à environ 10 mio d'habitants (FAO, 1985). En 1996, la FAO estimait une population de 15,553 millions d'habitants alors que les bases de données américaines comptent pour 1998 une population totale de 14,5 et un taux de croissance de 2,8%, identique à l'estimation de l'ONU pour 1980-85. Ces données impliquent un temps de doublement de la population d'environ 25 ans. Le taux de natalité est de 41,9/1000 et de mortalité évalué à 13,8/1000 ; la longévité est d'environ 51 à 54 ans. La population de moins de 20 ans représente 55% de la population totale (1998, U.S. Bureau of the Census).

La population est en grande majorité rurale mais elle est inégalement répartie selon les régions et leur potentiel agricole. La densité moyenne est approximativement de 25 hab./km², mais on estime la population de la capitale à environ 2 millions de personnes et certaines zones de riziculture intensive sont bien plus fortement peuplées que cette moyenne, par exemple les alentours d'Antananarivo, d'Antsirabe, Ambositra et Fianarantsoa sur les Hauts-Plateaux, et les plaines côtières orientales, surtout au Sud-Est et dans la région de Toamasina - Fenoarivo-Antsinanana.

Les *Merina* représentent l'ethnie la plus nombreuse, suivie des *Betsimisaraka* de la côte Est, des *Betsileo* de la région de Fianarantsoa, des *Tsimihety* du Nord, des *Sakalava* de l'Ouest et enfin des *Antandroy* du Sud. Les autres ethnies ou tribus sont moins nombreuses que ces dernières, sauf si on rassemblait en un seul groupe les plusieurs ethnies du Sud-Est. Sur le plan des croyances traditionnelles, les tribus ont toutes une base commune : le culte des ancêtres. En effet, les disparus d'un lignage sont ceux pour qui on organise cérémonies et prières. Ils sont proches de Dieu (*Zanahary*) et de certains esprits particuliers, bien que ces derniers aient moins d'importance et de pouvoir. Seuls les types de cérémonies varient d'une région à l'autre. La plus connue est celle du retournement des morts, le *famadihana* pratiqué par les *Merina*. La culture sur brûlis ou plus généralement celle du riz, et les bœufs ont acquis une connotation

rituelle, certainement du fait de leur caractère « originel » pour les premiers ancêtres de l'île. Les religions importées (chrétiennes et musulmanes) ont pris de l'importance et les plus représentées sont le catholicisme et le protestantisme, avec leurs diverses variantes, suivies des confessions plus récentes et dont la diffusion est encore activement en cours. Les Malgaches, et les missionnaires aussi, ont su allier de manière souple les aspects traditionnels locaux à de nouveaux principes religieux. Depuis 1980, les Eglises de Madagascar (FFKM, qui regroupe les églises réformées, catholiques, épiscopales et les luthériennes) jouent un rôle rassembleur et politique remarquable.

L'agriculture est de loin l'activité la plus importante du pays et on cite grossièrement une proportion de 80% d'agriculteurs. Elle est fortement dépendante des conditions climatiques et édaphiques régionales, et nous traiterons plus précisément le cas du système agraire du versant Est dans le chapitre suivant. De manière générale, la production alimentaire a stagné depuis les années 70 alors que la population croissait. Actuellement, Madagascar n'est plus autosuffisant en riz, le produit alimentaire prioritaire des Malgaches, et la réforme agraire, à travers un Plan National de Vulgarisation Agricole, a peiné à rétablir la situation. Un article de DMD (2/98), une revue malgache, titrait très récemment « Agriculture : la grande oubliée des priorités », en se félicitant d'un appui de la Banque Mondiale en faveur d'un projet de développement rural dans un domaine qui représente tout de même 29% du PIB et 47% des exportations.

En 1979, les exportations principales étaient formées par le café, le girofle, la vanille, la pêche, les produits pétroliers, le sucre et le sisal (Battistini et Hoerner, 1986). En 1996, sur le plan agricole (Fig. 6), le riz reste l'aliment de base et la culture privilégiée, le café le principal produit d'exportation alors que les fruits ont pris de l'importance avec 13'000 tonnes, le manioc (12'000), les légumineuses (haricots et pois, 11'000), ensuite seulement les épices (10'000), le sucre et le maïs (chacun 7'000).

Fig. 6 : Evolution des productions agricoles principales de Madagascar (FAO, 1997)

En milliers de tonnes	1984	1996	96 : Import	96 : Export
Riz	2132	1668	61	1
Manioc	2047	2353		12
Canne à sucre	1660	2150		
Patates douces	463	500		
Pommes de terre	264	250	1	
Bananes	264	250		
Maïs	141	180	1	7
Taros	93	150		
Noix de coco	82	83		
Oranges	81	83		
Café vert	81	68		40
Girofle	?	13		7
Poivre	?	2		2

L'agriculture d'autosubsistance (le riz surtout) reste fortement ancrée dans les esprits et ces cultures de rente intéressent la majorité des petites exploitations plus en tant qu'appoint financier que comme priorité de production. Dans la comparaison ci-dessus, on remarque d'ailleurs que les déficits en riz semblent être compensés par une augmentation des productions de manioc, de maïs, de taro et de patates douces, c'est-à-dire les autres cultures auto-consommées.

L'économie moderne est restée marginale dans la grande Ile et son expansion relativement lente. Depuis la Colonie et pendant la Première République, les rares entreprises industrielles étaient en mains étrangères (90% en 1968 selon Battistini et Hoerner, 1986). Aujourd'hui encore, une grande partie du commerce de détail reste contrôlée par des étrangers, en particulier des Indo-Pakistanaï, Chinois ou Européens, ce qui maintient l'accès aux petits marchés difficile pour les Malgaches qui restent en majorité craintifs vis-à-vis des investissements commerciaux.

Considérés comme une des causes essentielles du sous-développement (Battistini et Hoerner, 1986), les problèmes de transport restent difficiles à résoudre sans investissement massif, influencés qu'ils sont par les conditions climatiques et le relief. Depuis peu, la nette amélioration des possibilités de télécommunication représente par contre un attrait supplémentaire pour d'éventuels investisseurs.

1.5.3 Conservation et développement

Le peuple malgache a souvent et relativement longtemps subi des influences extérieures. Le mouvement d'appui international actuel a encore des répercussions sensibles sur le débat politique et économique du pays (IUED, 1998). La Banque Mondiale et le FMI ont en particulier quelquefois joué un rôle décisif puisque certains accords (crédit d'ajustement structurel par exemple) prévus se sont retrouvés au centre de divergences de politique interne et de débats entre les représentants de l'Etat et de ces organisations internationales. Le coût et l'efficacité de l'administration à gérer les fonds restent régulièrement une pierre d'achoppement entre bailleurs et Etat. Le statut de fonctionnaire a gardé une forte protection, quelquefois indirecte par la complexité des procédures de mutation ou de licenciement.

Sur le plan environnemental, la Banque Mondiale et de nombreux bailleurs de fonds sont présents et actifs dans le pays. En simplifiant grossièrement, on distingue deux types de préoccupations principales : la conservation et le développement. Certains organismes, comme l'USAID, le WWF et Conservation International sont plus proches de la première, alors que d'autres se concentrent plutôt sur la seconde (BM, PNUD, UNICEF, FAO, UE, DDC, GTZ, organisations de volontaires). Les apports financiers des projets de conservation ou de développement ne sont pas négligeables sur le plan national; le PAE (Plan d'Action Environnementale) qui a débuté en 1988, financé par de multiples bailleurs et dirigé par la Banque Mondiale, prévoit par exemple un budget de 300-400 mio US\$ pour les 15-20 prochaines années. Compte tenu des intérêts politiques et économiques que ce genre d'appui est à même de susciter, la gestion des fonds peut devenir un objectif en soi, pour acquérir une certaine notoriété et renforcer certaines structures. Il existe donc un risque de se concentrer plus sur les impacts de ces fonds sur les agences d'exécution que sur les bénéficiaires, généralement ruraux. Le contrôle de cette gestion et les impacts des actions prévues doivent être alors contrôlés sans qu'on veuille réduire l'autonomie des nationaux ni augmenter les coûts liés aux représentations des institutions d'appui. Lors des évaluations, il est quelquefois difficile de distinguer les échecs ou retards, dus à une structure opérationnelle défailante, des difficultés à définir des solutions de terrain pertinentes. Ainsi, les approches sont régulièrement remises en question pour cibler au mieux les besoins des populations, dont les aspirations sont plus proches du développement que de la conservation, même si ces deux notions sont indissociables, en particulier pour un système à dominante agricole et à passé de chasse et de cueillette.

L'évaluation externe du PEII (programme environnemental issu du PAE) a dernièrement évoqué les risques de vouloir trop se concentrer sur les questions environnementales sans mieux envisager ses relations de cause à effet avec les conditions générales de développement. Même si les approches peuvent sensiblement diverger, notamment par rapport à la « proximité du terrain » ou aux délégations de compétences entre expatriés et nationaux, chaque projet ou programme inclut en principe les deux composantes. On a par exemple longtemps parlé de projets de conservation et de développement intégré (PCDI) qui se sont avérés trop complexes et peut-être trop planifiés de l'extérieur pour déboucher sur une prise en main du développement par les communautés de base. Alors que certains projets « tendance conservation » comptent souvent sur les revenus de l'écotourisme et des sensibilisations à une gestion durable de l'environnement, les projets de développement tentent quant à eux d'adopter des démarches participatives, le plus tôt possible dans les étapes de planification. Parfois, le lien entre les politiques nationales, voire régionales, et les actions des projets n'est pas aisé à établir. On voit actuellement émerger plusieurs formes de plates-formes de concertation au niveau régional qui représentent une sorte d'étape avant une véritable autonomie des provinces. La forme que prendra cette autonomie est âprement discutée et s'inscrit dans le programme de décentralisation du pays. Quoi qu'il en soit, la représentation des intérêts ruraux ou paysans dans les prises de décision tant des institutions d'appui que des décideurs nationaux est encore difficile à assurer tant les connaissances mutuelles restent lacunaires, et surtout tant les différences de formation sont importantes.

1.5.4 Géographie physique

Généralités tirées en grande partie de « Madagascar : Profil de l'environnement, UICN/PNUE/WWF, 1990 »

La grande Ile est située entre 11°57'-25°35'S et 43°14'-50°27'E dans l'Océan Indien ; elle est séparée du continent africain par le canal de Mozambique, qui ne mesure que 375 km de large au passage le plus étroit. Avec une longueur de 1600 km du nord au sud, une largeur maximale de 580 km et une superficie de 587'000 km², Madagascar est par sa dimension la quatrième île du monde, après le Groenland, la Nouvelle-Guinée et Bornéo. Le relief est complexe et varié, caractérisé par des hauts-plateaux sans sommet de plus de 3000 m ; le climat est tout aussi varié, à prédominance tropicale.

L'extension nord-sud de l'île influence légèrement les températures; en basse altitude, la moyenne annuelle diminue de 27°C environ à Antsiranana à 23°C à Toalañaro. L'amplitude thermique annuelle passe de 3°C approximativement dans le Nord à 7.5°C au Sud-Ouest, dans la région sèche. L'altitude a un effet significatif sur les températures : le gradient altitudinal est d'environ 0.6°C par 100m. Sur le plateau central, la moyenne annuelle des températures se situe entre 16 et 19°C. Des gelées peuvent apparaître en dessus de 1500m, bien que la neige soit pratiquement inconnue. Les variations des températures moyennes sont moins élevées que la différence jour-nuit, oscillant par exemple de 6 à 16°C à Antananarivo (1400 m d'altitude).

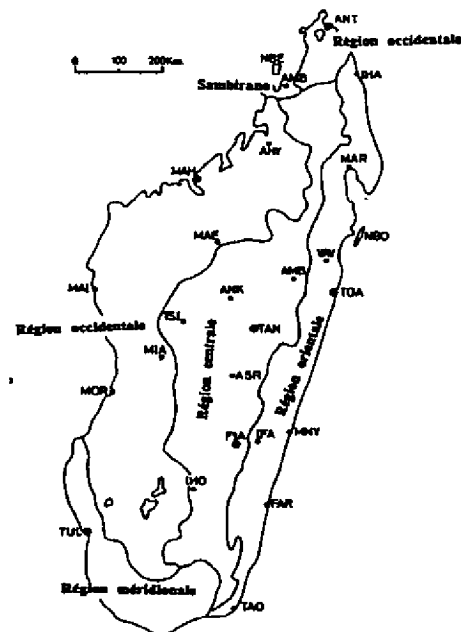
Les précipitations sont soumises à un double gradient : en général, la quantité annuelle diminue d'est en ouest et du nord au sud, tandis que la saisonnalité augmente dans les mêmes directions. A l'extrême Sud-Ouest, le climat est de type sub-sahélien ou semi-désertique, alors que la région de la côte Est a un climat de type subéquatorial très humide et avec de fortes précipitations.

Le facteur principal influant sur les précipitations est l'interaction de l'alizé du sud-est (vent dominant en toute saison), produit par l'anticyclone de l'Océan Indien, avec la principale ligne de relief de l'île (orientée NNE-SSO). Après avoir perdu son humidité en frappant la côte Est, l'alizé exerce un effet de fœhn sur le versant Ouest. Les courants d'air nord-nord-ouest (« mousson ») exercent un effet secondaire important, en particulier sur la côte Ouest.

Les cyclones représentent un facteur environnemental incontournable à Madagascar. Ils sévissent uniquement en été (mi-janvier à mi-mars) ; les plus nombreux arrivent par la côte nord-est, alors que certains viennent aussi par le canal du Mozambique. Sur les plans social, agricole et économique, ils représentent un facteur limitant à considérer pour toutes activités d'aménagement.

Ces variations géographiques ont permis d'établir des cartes bioclimatiques et agro-climatiques (Razanaka, 1989, voir carte 3 ; Oldeman, 1990) qui correspondent bien aux classifications floristiques de longue tradition pour le pays (cf. Faramalala et Conservation International, 1995). La plupart des classifications floristiques se sont basées sur les deux grandes distinctions proposées par Perrier de la Bâthie (1921) : la flore au vent (la région orientale) et la flore sous le vent (la région occidentale). Outre le vent et son influence sur les précipitations, l'altitude joue un rôle important et ces trois facteurs permettent déjà de diviser l'île du nord au sud dans ces trois régions les plus importantes : les régions orientale, centrale et occidentale. Seules deux régions particulières complètent cette classification : la région méridionale à l'extrême Sud-Ouest, très sèche et rarement arrosée par des précipitations très éparées et de caractère orageux, et le Sambirano localisé au nord-ouest aux alentours de la ville d'Antananarivo, qui a un climat influencé par la mousson et la chaîne du Tsaratanana, beaucoup plus humide que dans la région occidentale mais avec plus de mois écosécs qu'en région orientale.

Carte 3 : Divisions biogéographiques selon Razanaka (1989)



2. Etat de la recherche

2.1 Les approches de recherches récentes

2.1.1 L'analyse systémique, « l'écologie sociale » et la transdisciplinarité

Après avoir été utilisés dans la mécanique, certains principes de la théorie des systèmes s'appliquent de plus en plus à la recherche environnementale, pour faciliter l'analyse de *processus* complexes. Le système a été défini comme « a set of objects together with relationships between the objects and their attributes » (Hall et Fagen, 1956). Le système est donc formé de trois éléments : les *objets*, ou composantes du système, les *attributs*, ou caractéristiques de ces objets, et enfin les *relations ou interrelations*. L'importance donnée au fonctionnement des interrelations et à leurs effets permet d'établir des *modèles* systémiques de la réalité qui, si on les influence, ne suivent pas uniquement des lois de causalité linéaire mais « s'auto-régulent », à l'image de la dynamique d'un organisme vivant ou d'une population. On se trouve là dans le domaine de la cybernétique, la science constituée par l'ensemble des théories relatives à la *communication* et à la *régulation* dans l'être vivant et la machine (Petit Robert 1988). Pour Coleman et al. (1983), les écosystèmes sont de véritables entités cybernétiques et il rappelle à ce sujet Odum (1971) pour qui un écosystème est « plus que la somme de ses composantes ».

Le point de vue systémique nécessite une structuration des objets analysés qui permette de symboliser puis modéliser les systèmes dynamiques. Frédéric Vester a créé l'image de l'inversion des points de vue. Il pense qu'à l'aide d'un point de vue systémique, on peut sortir d'un système pour l'observer de l'extérieur et en avoir une conception globale (Grossenbacher et Haerberli, 1995). Pour s'approcher des processus clés, ou de « pilotage » du système, Vester et Hessler (1987) ont développé une analyse de sensibilité qui permet de déterminer la fonction de régulation de chacune des composantes d'un système (cf. chapitres 3, méthodologie et 5, discussion).

Lorsque les « objets » d'un système ne sont pas de même nature, comme dans un agro-écosystème, il n'est pas aisé de les comparer. On y dénombre des facteurs écologiques, quelquefois impossibles à influencer (les cyclones), et des facteurs socioculturels. Traitant un même type de problématique, Bargatzky (1986) s'est préoccupé de l'écologie sociale ou « Kulturökologie ». Il la décrit comme le nom donné à la tradition de recherche, en ethnologie, qui prétend éclaircir les relations entre la culture, l'organisation sociale et l'environnement naturel, sans être rattachée pour autant à une discipline particulière. Il voit la *production* comme une interface entre la nature, la rationalité économique et les valeurs culturelles, mais pense que le comportement des gens vis-à-vis de la nature est déterminé finalement par le comportement des gens entre eux. Il cite Flannery (1972) qui distingue des processus évolutifs, les mécanismes de ces processus et les facteurs de stress socio-environnementaux qui influencent ces mécanismes. D'une multitude de conditions « socio-écologiques » à déterminisme historique et local, il n'existerait qu'un nombre restreint de mécanismes socioculturels et de processus évolutifs qui pourraient s'y appliquer. Comme exemple, il suppose qu'un système soit soumis à un stress et ne puisse plus s'auto-réguler ; il devra en principe évoluer ou se décomposer. Dans le cas d'une évolution, deux processus sont envisagés :

- la spécialisation : de nouveaux niveaux ou institutions de guidage apparaissent dans la hiérarchie de contrôle du système ;
- la centralisation : les instances de contrôle et le pouvoir des niveaux supérieurs sont renforcés.

Ces mécanismes de régulation peuvent provenir d'une promotion, c'est-à-dire qu'une institution quitte sa situation inférieure pour s'octroyer une position de niveau supérieur, ou d'une linéarisation, c'est-à-dire que si les instances de niveau inférieur ne sont pas capables de régler le système, leur tâche peut être reprise par des régulateurs de niveau supérieur.

Bargatzky ne croit pas à un « adaptationisme » direct des réactions de systèmes humains à des stress socio-écologiques, mais il place entre deux la production comme initiatrice de conflits d'intérêts humains qui, par leurs effets, entraîneraient une évolution. Il propose donc pour l'étude de la « Kulturökologie » un cadre de théorie des conflits sur la base du modèle de Flannery.

En fonction de la difficulté à saisir l'ensemble des interactions, la définition d'un système et de son environnement s'affirme véritablement centrale dans une approche systémique. Une fois qu'il est défini et que les recherches préliminaires ont permis de cibler les processus et problèmes principaux, on comprend aisément, en tout cas depuis Rio, la nécessité d'analyser l'ensemble de ses composantes de manière synthétique, de réunir les processus écologiques avec les facteurs économiques et socioculturels. Cela implique deux conditions :

- l'association de plusieurs types de compétences pour l'analyse du système, puis la collaboration de plusieurs spécialistes pour le développement de solutions. La notion de transdisciplinarité, plus fine

mais très proche de termes comme pluri- ou multidisciplinarité, désigne un prolongement de l'approche interdisciplinaire (conception et réalisation communes de projets par plusieurs disciplines) dans la direction d'une participation ; autrement dit, les chercheurs collaborent avec les personnes concernées et les usagers (FNRS, 2000).

- Une échelle et une définition du système qui gardent le contact avec la réalité et qui soient reliées à un problème reconnu et urgent. Pour Haerberli (1995), la recherche environnementale doit traiter « des problèmes réels, issus de la complexité de la vie, dans un but bien défini et en contact étroit avec les utilisateurs ».

La nécessité d'approches inter- ou transdisciplinaires semble largement reconnue dans les milieux de la recherche comme du développement mais les concrétisations restent relativement récentes. Actuellement, la coordination des travaux et l'établissement de principes de collaboration égalitaires (partage des données, questions de concurrence, etc.) peuvent encore poser quelques problèmes à la bonne marche des recherches.

2.1.2 Les approches participatives et « Femmes et Développement »:

Le contact étroit avec la réalité et avec les utilisateurs potentiels des résultats a également été au centre de nombreuses discussions et recherches sur les principes d'aide au développement (Werner, 1996). Dans les années 50-70, la recherche a été souvent dirigée en fonction d'un aménagement de bassins versants « idéal » (Brand, 1998); ce niveau permettait d'intégrer les données écologiques et d'envisager l'intensification de la production en bas-fonds. Cette échelle n'était par contre pas forcément adaptée à la dimension sociale et aux besoins des paysans, qui n'ont souvent pas adopté de mesures techniques venant de l'extérieur, d'une approche trop « top-down ». On s'est concentré plus tard sur des analyses de systèmes agraires (Ruthenberg, 1980) qui se rapprochaient mieux des réalités paysannes et du fonctionnement des systèmes. Le problème de cette approche ne venait plus d'un manque de connaissances des réalités paysannes mais de la lenteur des recherches et de la persistance des experts à vouloir fixer les priorités aux paysans ; des restes de l'approche *top-down*. Les « Rapid Rural Appraisals » ont permis de considérablement réduire le temps dévolu aux recherches mais leurs utilisations ont encore souffert de ce que Chambers (1990) a appelé le problème des « outsiders » ; il a ainsi préféré au RRA la notion de « Relaxed and Participatory Rural Appraisal » (1991).

C'est sur ces bases que ce sont développés deux principes fondamentaux des approches actuelles : la participation et la « responsabilisation » ou « empowerment ». Les Participatory Rural Appraisals (PRA) (SDC, 1993) ou les MARP (Méthode Accélérée de Recherche Participative, Gueye et Schoonmaker-Freudenberg, 1991) ont complété les propositions de Chambers. La participation implique la collaboration des communautés locales dès la conception des recherches et pendant tout le processus de prise de décision. Elle implique un processus d'apprentissage mutuel. Pour aller plus loin encore, la responsabilisation permet en outre de profiter des moyens propres de recherche et d'apprentissage des paysans, de développer leurs capacités d'innovation et de communication. C'est dans ce sens que se profilent actuellement les modules de formation « GDRN » (gestion durable des ressources naturelles) utilisés par le Centre pour le Développement et l'Environnement de l'Université de Berne. L'accent est mis sur plusieurs points : le programme ne comprend pas de formateur formel mais un modérateur sans autorité, dont le rôle consiste à organiser les débats et à fournir outils et méthodes d'observation à un groupe d'apprentissage mixte. Ce groupe est formé par des paysans, des paysannes et des techniciens de divers milieux qui travailleront ensemble pour analyser un terroir villageois, ses facteurs de développement et leurs interdépendances. Chacun est apprenti et formateur en même temps et le processus vise à renforcer une volonté de formation autodidacte. La formation doit servir à faire émerger plutôt une analyse des dynamiques évolutives et de leurs moyens de contrôle, qu'une analyse d'état ; elle a dans ce sens un fondement systémique.

Parallèlement à ces tendances générales, depuis les 30 dernières années, la légitimité de la participation des femmes aux actions de développement a de plus en plus été reconnue. On parle en général de l'approche « gender » ou genre, mot qui désigne les relations sociales entre les sexes mais aussi la façon dont, dans chaque société, s'organisent les notions de féminin et de masculin. L'historique de « Femmes et Développement » met en évidence cinq approches principales (Gambetta, 1999):

- L'approche « welfare », de 1950 à aujourd'hui, qui est centrée sur la famille et le rôle domestique des femmes, alors que le développement économique reste aux mains des hommes.

- L'approche « équité », de 1975 à 85, qui revendique l'égalité des femmes avec les hommes dans le processus de développement, mais qui a été perçue comme féministe et occidentale dans certains pays du Sud.
- L'approche « anti-pauvreté », qui date des années 70 et vise l'augmentation de la productivité féminine et la satisfaction des besoins de base. Elle a entraîné le plus souvent une marginalisation et une exploitation des femmes pauvres.
- L'approche « empowerment » qui a débuté vers 1975, définie par le tiers-monde et les organisations de base. Elle vise le renforcement des capacités des femmes comme une stratégie constructive et non compétitive ainsi que la responsabilité dans les choix de vie.
- L'approche « efficacité » d'après 1980. C'est une approche qui est actuellement populaire ; elle ne considère cependant les femmes que dans leurs capacités de double force de travail domestique et productif, sans tenir compte des coûts sociaux et de la dégradation des conditions de vie.

Actuellement, dans la politique helvétique de coopération au développement, les femmes sont considérées comme des acteurs irremplaçables dans le processus de développement économique et social. Les études des relations hommes/femmes doivent intégrer une analyse de la répartition des tâches et sphères de responsabilités dans la famille et dans la vie des communautés de base (Gambetta, 1999), voire des rapports de pouvoir entre les sexes (Locoh et Hesseling, 1997).

2.2 La culture sur brûlis : rôle et impacts

L'importance de l'utilisation et des effets de cette technique ancestrale a rapidement poussé chercheurs, colons et développeurs à vouloir mieux comprendre, puis éliminer ou substituer la culture sur brûlis. La recherche a débuté vers les années 30 et les premiers ouvrages de référence datent des années 60 (Nye et Greenland, 1960 pour les aspects écologiques ; Conklin, 1963 pour les questions sociologiques). Cette période a donné une impulsion à bon nombre d'études descriptives des systèmes agraires tropicaux (Pelzer, 1948 ; de Schlippe, 1956 ; Allen, 1965 ; Morgan, 1969 ; Norman, 1979 ; Ruthenberg, 1980). Les premières recherches ont, à l'époque, souvent été menées de manière relativement sectorielle, ne mêlant pas les aspects sociaux aux thèmes biophysiques. Actuellement, la recherche se concentre plutôt sur le fonctionnement, les interrelations des systèmes agraires (*farming systems research*, cf. FAO, 1984) et les aspects de leur durabilité (Gelbert, 1988 ; Beets, 1990 ; Ramakrishnan, 1992). Pour planifier des activités de développement, les opérateurs essaient de déterminer les problèmes principaux des systèmes agraires et se basent normalement sur les priorités énoncées par les paysans ainsi que sur des sources d'informations externes. Pour ce qui concerne la culture sur brûlis, on parle encore plutôt d'alternatives que de solutions proprement dites. La complexité du problème et les difficultés économiques des pays ou régions touchés restent telles que les essais se résument encore à un test avec les paysans des alternatives les plus prometteuses, comme dans le cas des « best-bets » alternatives (celles qui représentent les « meilleurs paris ») de l'ICRAF (cf. Cairns, 1997).

De cette relativement longue histoire de recherches a germé une multitude de publications, séminaires et autres ouvrages scientifiques. Nous reprendrons ici quelques « classiques » qui devraient nous permettre une mise à niveau des connaissances avant d'entamer la partie directement liée au travail présenté. Une revue bibliographique plus exhaustive a été éditée par Robison et McKean (1992) : « Shifting cultivation and alternatives : an annotated bibliography ».

2.2.1 La culture sur brûlis et les cultivateurs

Cette technique assure la subsistance d'env. 300 millions de personnes parmi les plus démunies (Andriess et Schelhaas, 1987). Si une telle quantité de personnes a gardé ce type de mise en culture, c'est que l'usage du feu est très ancien et représente généralement « un comportement de tradition socialement transmis » (Komarek, 1967, dans Peters et Neuenschwander, 1988). La plupart des études rapportent des aspects communautaires, par exemple pour la date de mise à feu (Kunstadter, 1978b ; Ruddle, 1974) ou le travail au champ (Bartlett, 1955, dans Peters et Neuenschwander, 1988). C'est surtout la sélection du site et les questions d'accès à la terre qui deviennent délicates une fois que la densité de population augmente ; dans ces cas il est courant que les anciens ou les chefs soient consultés lorsque des problèmes se posent. De nombreuses ethnies associent également la culture sur brûlis à des considérations religieuses, rituelles et surnaturelles. Zinke et al. (1978) décrivent chez les *Lua* de Thaïlande le rôle des chefs religieux, médiums entre le monde et le surnaturel, et des anciens. Les chefs organisent un sacrifice

de chien, porc ou de plusieurs poulets, et les anciens continuent la cérémonie pendant le brûlis en offrant de la liqueur de riz aux esprits et en buvant le reste entre eux. Peters et Neuenschwander (1988) cite un tabou lié à la culture sur brûlis : celui de la conservation de tombes sacrées (West, 1972) qui sont perçues comme la résidence des esprits et des ancêtres. Nous verrons plus loin (chapitre 2.4) que les caractéristiques culturelles présentées ici coïncident en plusieurs points avec les pratiques de la côte Est de Madagascar.

Outre ces aspects culturels, la compréhension du caractère économique et de sa valeur mérite une attention très particulière. La lutte pour la survie, à travers la production vivrière, est primordiale et De Rouw (1991) souligne l'évidence, c'est-à-dire que les objectifs prioritaires des paysans de Taï, cultivateurs sur brûlis en Côte d'Ivoire, se concentrent simplement sur la possibilité de produire de la nourriture avec le moins de travail et de peine possibles. Des facteurs de production, le capital reste le moins influent dans les régions pauvres alors que le travail et la main-d'œuvre entrent directement dans les réflexions paysannes. Plusieurs auteurs ont calculé le rendement du travail et certains ont également tenté d'établir des bilans économiques et énergétiques (Uhl et al., 1981 ; Ramakrishnan, 1992). La division du travail entre homme et femme est extrêmement variable selon les ethnies. De manière très grossière, les travaux de défrichement et la mise à feu sont dévolus à l'homme et le couple exerce ensemble les activités de plantation, de sarclage et de récolte (cf. Peters et Neuenschwander, 1988).

Sur le plan du rendement du travail, certains s'accordent à dire que les cultures d'exportation (de rente) ou des activités des secteurs secondaires ou tertiaires restent les solutions économiquement les plus adéquates mais on sait que le paysan lutte d'abord pour assurer la subsistance de la famille à court terme. Cette volonté primaire d'autosubsistance, commune aux zones marginalisées et bien compréhensible dans de nombreux pays en fonction des fluctuations de marché, des alternances politiques ou des impossibilités subites d'écoulement de la production, ne coïncide pas souvent avec les priorités des gouvernements qui, pour obtenir des résultats rapidement tangibles, préfèrent se concentrer sur des zones à haut potentiel de production ou sur des activités industrielles (CDE, 1994).

2.2.2 Le brûlis et le système sol-végétation

Les effets du feu sur la végétation ont probablement fortement augmenté après l'âge de la pierre, pendant l'âge du fer, alors que la population croissante a adopté la culture sur brûlis (West, 1972). Les effets du feu dépendent de son régime qui, comme le définit Goldammer (1990), est déterminé par la végétation brûlée (quantité, humidité, qualité, etc.), la saison de mise à feu (ces deux premiers facteurs définissent l'intensité du feu) et enfin la fréquence des feux. Les effets du feu sont multiples et touchent l'environnement à divers niveaux.

Effets globaux du feu

Les effets du feu d'ordre climatique dont on parle actuellement beaucoup sont liés au dégagement de gaz carbonique qu'il provoque. Sur les 9 millions de tonnes de matière sèche brûlée annuellement, selon Goldammer (1990), 41% proviennent des brûlis de savane, 27% des transformations de forêts (culture sur brûlis) et 22% de la consommation de bois d'énergie. Il faut pourtant relativiser la contribution des brûlis de culture par rapport aux émissions de CO₂ liées aux combustibles fossiles : ces dernières sont globalement quatre fois plus élevées (Detwiler et Hall, 1988). La quantité de CO₂ présente avant la révolution industrielle pourrait doubler d'ici à 2020-2050. En fonction de l'effet de serre, les températures devraient globalement s'élever et les précipitations se modifier régionalement. L'ensemble de ces perturbations nécessitera une prise de conscience et une stratégie internationales de gestion des ressources naturelles (Kläy, 2000).

Le sol et la végétation

Les sols tropicaux et leur étude ont été présentés par Mohr et al. (1972), Young (1976), Sanchez (1976) et Buringh (1979). Depuis 1989, l'IBSRAM édite une revue bibliographique des ouvrages relatifs à la gestion des sols ; encore plus récemment, Woome et al. (1995) ont édité un ouvrage bibliographique sur la biologie et la fertilité des sols.

Les ferralsols (selon la classification de la FAO, oxisols pour l'USDA soil taxonomy ou sols ferrallitiques fortement désaturés pour les Français ; 34,1%) et les acrisols (17,3%, ultisols USDA, sols ferrallitiques lessivés français) forment la majorité des sols des tropiques humides. Parmi les autres types de sols rouges, les lixisols (alfisols USDA, sols ferrugineux tropicaux lessivés français ; 9,6% pour toutes les tropiques humides) et les nitisols (proches des acrisols dans les classifications USDA et française ; 5,5%) sont plus fréquents en Afrique que les cambisols (tropepts, sols brunifiés tropicaux ; 5,2%), les acrisols et les plinthisols (0,2%). Les ferralsols sont peu fertiles car principalement constitués d'argile (surtout de la kaolinite) et de sesquioxides à faible capacité d'échange cationique (Reading et al., 1995). Par contre, leurs profils présentent normalement de bonnes propriétés physiques : ils sont bien drainés, leur structure est stable et ils ont une bonne perméabilité (Buringh, 1979). On distingue souvent ces sols selon la toposéquence : les associations de ferralsols se situent en crête et les cambisols dans les vallées, avec parfois des acrisols dans les zones de transition (Beinroth et al., 1974).

Néanmoins, les sols sont de moins en moins observés de manière sectorielle puisque le processus d'immobilisation des nutriments par la biomasse végétale est considéré comme un élément prioritaire du fonctionnement des écosystèmes tropicaux qui ont naturellement un potentiel élevé de pertes de nutriments et d'acidification des sols (Jordan, 1985). Richards (1964) avait présenté la théorie du stockage des nutriments dans la végétation et celle du cycle quasiment fermé entre le sol et la végétation forestière. La répartition des nutriments dépend très fortement du type de végétation, de sol et de l'élément considéré. En général, les arbres qui se pourvoient d'une grande masse racinaire, ou qui présentent un quotient biomasse racinaire/biomasse épigée élevé, indiquent une adaptation à la faible fertilité du sol (Chapin, 1980). Ces racines se concentrent là où les nutriments sont libérés, c'est-à-dire dans les premiers centimètres du sol, en dessous de la litière. Leurs capacités d'assimilation peuvent être épaulées par des mycorrhizes, principalement des endomycorrhizes pour les tropiques amazoniennes selon St. John (1980). Les autres, les ectomycorrhizes, semblent même contribuer à une interception quasiment directe des éléments de la litière (St. John et Coleman, 1983). Plusieurs auteurs (Jordan, 1985 ; Silver, 1994) opèrent une distinction entre les cycles de nutriments des forêts denses humides de plaine et de montagne.

L'utilisation du feu et son effet sur la chimie des sols

La stratégie naturelle de conservation des nutriments des forêts tropicales est directement touchée par la disparition du couvert végétal. Une fois le terrain défriché, la végétation reste au sol et maintient un couvert et une humidité relativement bons pour le sol (Ewel et al., 1981). Certains nutriments sont déjà libérés pendant la période de séchage. Ewel et al. (1981) ont noté une perte par lessivage de K et P, tandis que pour N, C et S, une légère augmentation a pu être observée dans le sol.

Par un jour généralement sec et modérément venteux (Conklin, 1957 ; Zinke et al., 1978), si possible juste avant le début des pluies (Peters et Neuenschwander, 1988), les feux sont allumés. Leur température est généralement comprise entre 200-300°C au niveau du sol pour se stabiliser dans le sol très rapidement, à moins de 100°C entre 3 et 10 cm (Andriessse et Schelhaas, 1987 ; Ewel et al., 1981), mais il arrive qu'elle soit plus élevée : Zinke et al. (1978, dans Ewel) a mesuré une température de 650°C à 2 cm du sol. A 200°C, elle joue un rôle sur la fertilité des sols, à travers son influence bénéfique sur la disponibilité de N, P, Fe et Mn, alors qu'une température de plus de 400°C entraîne la destruction de la matière organique, une fusion des particules d'argile et une capacité d'échange cationique réduite (Sertsu et Sanchez, 1986).

Plusieurs auteurs (Nye et Greenland, 1960 ; Seubert et al., 1977 ; Ewel et al., 1981) estiment que l'effet du feu sur la volatilisation des nutriments du sol est mince, même si ces éléments sont surtout stockés dans les premiers centimètres du sol. Andriessse et Schelhaas (1987) ont par la suite démontré qu'à plus de 300°C, la matière organique, N, P et la capacité d'échange cationique peuvent effectivement être sensiblement réduits sous l'effet d'une combustion complète, ce qui peut se passer par exemple si la végétation défrichée est entassée. Toujours en fonction de sa température, le feu provoque la volatilisation d'une partie de N, S et de C auparavant contenus dans la végétation. Une très faible partie du carbone de la biomasse se transforme en carbone noir inutilisable ou suie (0,5-2%, Kuhlbusch, 1994).

L'intensité du feu est donc essentielle pour analyser et surtout comprendre les variations des pertes en nutriments du système. Malgré cette source de variabilité, il est possible de généraliser certaines tendances et certains effets positifs du brûlis ressortent de la plupart des recherches. Ahn (1970),

reprenant Nye et Greenland (1960), puis Vine (dans Peters et Neuenschwander, 1988), compare l'apport de K et de P à un effet de fertilisant, malgré la volatilisation de N. Les quantités de Ca et Mg n'ont quasiment pas diminué sous l'effet du feu et subsistent dans les cendres. La température et l'ensemble des apports de cendres confèrent rapidement un nouvel environnement au sol : le pH et les bases échangeables augmentent sensiblement, influencent la disponibilité en P et entraînent une diminution de la toxicité de micro-éléments, comme l'aluminium et le manganèse. Par contre, l'apport de cations peut excéder la capacité de rétention de l'agro-écosystème et favoriser un processus de nitrification (en particulier après les défrichements). Ce phénomène, combiné à une concentration plus importante d'ions bicarbonatés, résulte en une augmentation d'anions mobilisés par des cations libres et peut induire une augmentation du taux de pertes en nutriments (Ramakrishnan, 1992). Ces pertes par lessivage sont surtout importantes en début de culture, lorsque le sol est quasiment nu et que les plantes ne peuvent retenir les ions NO_3^- (White, 1997).

Une fois les évolutions des conditions nutritives du sol connues, la question est de savoir quel élément ou quelle combinaison d'éléments semblent limitants, ou à l'inverse apportent la meilleure plus-value au rendement des cultures et à la durabilité des sols.

Le phosphore semble jouer un rôle clé dans la pédogenèse à cause de sa grande signification écologique (Walker, 1965). Il est strictement indispensable à la vie cellulaire, à tel point que c'est un des premiers éléments dont la nécessité a été reconnue pour les plantes et les cultures (Heller et al., 1993). P n'apparaît dans la nature pratiquement que sous forme de phosphates en fonction de sa capacité de réaction chimique. Ces phosphates qui proviennent de décomposition ou d'excréments sont assimilés par les plantes et transformés en esters.

Silver (1994) a mesuré les contenus en N, P et en Ca de sols d'origines diverses et les a comparés avec les données disponibles sur les concentrations de ces mêmes éléments dans la litière, utilisant ces dernières comme un indice d'utilisation de ces nutriments par les plantes. Il a trouvé de bonnes correspondances avec les valeurs de P échangeables ainsi qu'une correspondance moins nette avec Ca assimilable. Au contraire, les mesures de N *total* n'ont pas démontré de bonnes corrélations, si bien que cette mesure de N (total) ne semble pas être écologiquement adaptée pour une telle comparaison. On connaît par contre l'importance de l'azote pour les plantes, les cultures et les hommes puisqu'il forme une partie essentielle des protéines, des acides nucléiques et de coenzymes. Une carence en azote peut entraîner une chlorose, par suite de l'arrêt de la photosynthèse (Heller et al, 1993). Contrairement au phosphore, l'atmosphère fournit une source importante d'azote qui a été utilisée pour produire des engrais (procédé de Haber-Bosch) appliqués au sol sous formes de nitrates. Il est généralement admis que la fertilité en N du sol d'agro-écosystèmes naturels atteint un niveau d'équilibre maximal lorsque les inputs de matière organique égalent les pertes (Tate, 1992, in du Preez et du Toit, 1995). La quantité de carbone du sol est également directement liée à la quantité de matière organique du sol, et, en remontant le cycle, à la quantité de gaz carbonique assimilé par les plantes à travers la photosynthèse.

Parmi les cations, K est très important pour les organismes végétaux qui l'assimilent en plus grande quantité que les autres. K^+ joue un rôle déterminant comme élément libre dans le liquide cellulaire pour la régulation de la pression osmotique, et le potassium est en outre indispensable aux processus de photosynthèse et de respiration. Avec N et P, K constitue un élément central de la composition des engrais agricoles classiques. Ca intervient surtout dans la composition de tissus de support, notamment dans les parois cellulaires, et il est déterminant pour les facteurs de croissance de la végétation. Mg joue un rôle particulier dans le catabolisme végétal, notamment comme composante de la chlorophylle. Les signes d'absence de magnésium s'illustrent par un aspect flétri des plantes et par des feuilles dont le vert pâlit.

Outre les pertes dues à la volatilisation de certains éléments, la différence et le danger du brûlis en comparaison avec les autres modes d'exploitation sont, au niveau écologique, la mise à disposition très rapide des nutriments et les risques de pertes qui proviennent d'une rétention incomplète de ce stock par le sol et les cultures. Au contraire des cendres du brûlis, la matière organique non-brûlée permet une immobilisation temporaire ou, autrement dit, une libération progressive des nutriments. Les recherches axées sur les mécanismes de décomposition de la litière ont mis en lumière le rôle combiné de la qualité de la litière, des microorganismes et de l'environnement physico-chimique (Swift et al., 1979). Les recherches sur la qualité de la matière organique avancent toujours plus en fonction de nouvelles

techniques d'analyses. L'indice C/N, souvent utilisé, apparaît utile pour donner une explication relativement générale de la décomposition, mais il est insuffisant pour expliquer les processus de décomposition en fonction du temps (Heal et al., 1997). Palm (1995) estime que le quotient polyphénols/N peut servir d'indicateur à court terme pour de l'engrais vert alors que pour du matériel ligneux ou sénescant, le quotient (polyphénols+lignine)/N prédit mieux le type de décomposition à plus long terme. Berg (1986) note que la décomposition d'une litière forestière dépend principalement du taux de décomposition de la lignine et que celui-ci augmente avec un contenu en cellulose élevé et diminue avec un taux important de Heal et al. (1997) sont d'avis que cet argument est généralisable au bois, à la paille et à bien d'autres substances.

L'évolution des sols pendant la culture puis en jachères

Pendant la période de culture, les nutriments ne sont pas libérés ou minéralisés tous de la même manière. En principe, l'augmentation de Ca et P dans le sol est beaucoup plus lente que pour N et K. La disponibilité de K peut décroître rapidement et induire une diminution des rendements agricoles (Adedeji, 1984 ; Nye et Greenland, 1964). Cette période est susceptible d'entraîner une perte importante de nutriments par lessivage (de nitrates par exemple) et la disponibilité du phosphore peut en outre diminuer à cause de sa capture par des argiles ou des oxydes de fer solubles (Jordan, 1988). Vitousek et Walker (1987) estiment que la consommation des micro-organismes joue un rôle décisif sur la rétention des nutriments.

La répartition des nutriments du système sol-végétation après la récolte dépend de l'état des sols à ce moment et de la faculté de croissance et d'assimilation de la jachère naturelle. Ce sont les espèces qui peupleront cette jachère qui détermineront la faculté de production de biomasse d'une part, et d'assimilation d'autre part (Jaffré, 1985). Alors que la biomasse augmente linéairement avec le temps, la productivité démontre nettement une forte croissance dans les premières années de succession, puis une stabilité lorsque le stade climacique (en général forestier) est atteint (cf. Whittaker et Woodell, 1968, pour le suivi après le feu d'une succession forestière à Long Island, New York).

La régénération des sols sous jachères naturelles ou améliorées a été suivie par Szott et Palm (1996) pendant 53 mois, jusqu'à la remise en culture. Le bilan du système global sol-jachère naturelle a démontré une diminution en Ca et Mg et une augmentation en P et K, alors que N semblait stable. Le sol considéré séparément a enregistré des pertes nettes pour P, K, Ca et Mg. Les observations faites sur les jachères de légumineuses démontrent qu'elles peuvent augmenter les stocks de N, P et K mais que la récupération incomplète de Ca et Mg peut limiter la durabilité de jachères de courte durée sur des sols acides et peu fertiles.

Les effets du feu sur les propriétés physiques du sol

Ahn écrivait en 1970: « It is probably true that in the areas where shifting cultivation is practised the major limiting factor is water ». Il place dans les priorités de connaissances pour les sols tropicaux le pH, la texture, la roche-mère et la matière organique. La texture est une propriété qui ne change en principe pas beaucoup en fonction du temps mais qui influence effectivement de manière déterminante la réponse du sol à l'eau, entre autres à travers la perméabilité et la rétention de cations (White, 1997). La baisse des rendements sous culture sur brûlis est due à un changement de texture mais aussi de structure, autre critère déterminant pour l'eau, l'air et la pénétration des racines dans le sol. Les propriétés physiques des sols tropicaux sont d'autant plus déterminantes que leurs propriétés chimiques sont fragiles.

Après un brûlis, grâce entre autres aux effets de la chaleur, de nombreux auteurs ont révélé une amélioration des conditions physiques du sol et une meilleure friabilité de la surface du sol (Conklin, 1957 ; Carter, 1969 ; Vine, 1968 ; in Peters and Neuenschwander, 1988) qui rend la plantation plus facile. Sur la base de plusieurs études menées sur des sols à bonnes propriétés physiques, Sanchez (1976) a également noté qu'après le passage du feu, les taux d'infiltration et les agrégats de plus de 0,25mm augmentaient, tandis que la masse volumique ou « bulk density » ne variait pas de manière significative. Sur les sols de moindres qualités physiques, le brûlis entraîne par contre une diminution des taux d'infiltration et de la porosité ainsi qu'un risque de formation de cuirasses (Peters et Neuenschwander, 1988). Ces constatations permettent de relever que la technique traditionnelle de plantation de riz, en fichant un bâton en terre pour y placer les grains, ne perturbe par bonheur pas trop le sol. La

déstructuration du sol par labour, comme pour la culture du gingembre, risque par contre de renforcer les effets négatifs des feux de mise en culture ultérieurs.

C'est donc plus le travail et la mise à nu du sol que les effets directs du feu par sa chaleur qui nuisent aux qualités physiques du sol et qui peuvent entraîner de l'érosion. Outre le couvert du sol, l'intensité des pluies, la raideur et la longueur des pentes influencent fortement les quantités de terres transportées. De nombreux auteurs ont décrit les impacts de la culture sur brûlis sur l'érosion et les charges sédimentaires (Roose, 1986 ; Fritsch, 1992 ; Hudson, 1993) et nous y reviendrons dans le chapitre directement consacré à la zone d'étude puisque le sujet a fait l'objet d'une étude particulière (Brand, 1998).

Les effets du feu sur la microfaune et la microflore, sur les ravageurs et maladies

Il est reconnu parfois que le feu entraîne une stérilisation partielle des organismes du sol (Meiklejohn, 1955 ; Sanchez, 1976) qui est favorable à sa fertilité, alors que vu sous un autre angle, il détruit 50 à 60% de la faune. Après les pluies, une importante activité de micro-organismes est signalée par Ahn (1970) ; alors qu'après une année, le retour de fourmis, d'araignées et de vers de terre est constaté (entre autres Ramakrishnan, 1992). Le feu limite la croissance des mauvaises herbes et détruit l'habitat de certains ravageurs, comme les rats. Dans la zone d'étude, ce sont d'ailleurs souvent les risques présentés par les rongeurs qui ont provoqué des réticences à laisser de la biomasse non brûlée sur les champs, puisqu'elle pouvait leur servir de repaire.

Les effets du feu sur les diaspores

Le feu fait perdre les capacités de germination d'environ la moitié des graines du site mais il accélère par contre la germination des graines conservées et peut provoquer des levées de dormance ou éliminer des substances allélopathiques (de Rouw et van Oers, 1988 ; Saxena et Ramakrishnan, 1984). Le feu peut influencer la composition floristique en favorisant certaines espèces, comme le rapporte Alexandre (1978) pour *Trema orientalis* dont on rencontre des peuplements presque monospécifiques dans la région d'étude. Les études notamment de Brinkman et Vieira (1971) démontrent déjà une grande mortalité pendant la phase de séchage (25% selon Peters et Neuenschwander) puis après le brûlis (50-100%). Ces faits peuvent être consécutifs à la faible résistance au feu des graines de forêts primaires (Mueller-Dombois, 1981). Selon Uhl et al. (1981), certaines graines subsistent pourtant et les *Cecropia spp.* qui ont dominé la régénération de leur parcelle provenaient essentiellement de graines du sol. De Rouw et van Oers (1988) ont observé après 4 mois de culture que seuls 9% des jeunes plants de jachère observés sur le site provenaient de graines issues de l'extérieur du champ. Dans le recrû, les grandes proportions d'espèces récemment introduites (notamment dans les îles) fait craindre que les banques de graines de « mauvaises herbes » risquent de dominer une fois qu'elles ont pris place dans le site.

L'évolution de la végétation des jachères

De nombreux facteurs liés à la technique agricole (mode de plantation, de sarclage, type de culture et de récolte) et aux conditions écologiques locales influencent la succession secondaire mais il est tout de même possible de tirer quelques généralités quant aux processus généraux de recolonisation. A l'évidence, pour qu'une espèce puisse s'installer dans un espace donné, elle doit avoir les capacités de l'atteindre, y trouver des conditions et des ressources appropriées et ne pas être stoppée par des compétiteurs, des parasites ou des prédateurs (Begon et al., 1996). On appelle pionnières les plantes courantes qui s'installent après une perturbation, donc en début de succession. Elles présentent de très bonnes facultés de dispersion, souvent grâce à des graines légères et nombreuses ; elles ont une germination rapide et facile, sont fortement dépendantes de conditions de lumière et enfin, elles croissent rapidement mais n'ont qu'une durée de vie limitée. Les mécanismes qui favorisent cette dispersion au début restreinte dans l'espace semblent en fait également influencer une dispersion géographique beaucoup plus large : les espèces des premiers stades de succession ou des trouées ont pu effectuer des migrations de longue distance, quelquefois dépendantes de transport par les oiseaux ou les chauves-souris comme dans le cas de *Trema orientalis* et *Macaranga spp.* présents dans la zone d'étude. Si ces espèces pionnières bénéficient de surcroît d'une forte amplitude écologique, elles peuvent devenir envahissantes dans les zones secondaires comme pour *Lantana camara* et *Ageratum conyzoides* en Malaisie (Richards, 1996) et à Madagascar (voir chapitre 4, résultats), *Chromolaena odorata* en Afrique, lesquelles proviennent toutes d'Amérique.

Dans les tropiques humides, ce sont essentiellement les graines d'espèces pionnières qui présentent des facultés de dormance et de survie assez longues pour permettre la présence d'une banque de graines (Richards, 1996) qui vont pouvoir rapidement germer lors de la mise à nu d'une station. Ces diaspores d'espèces pionnières sont enfouies sur le site par des phénomènes physiques ou par des animaux, et on peut même retrouver des graines d'*Imperata cylindrica*, courantes dans les zones très dégradées, sur des sites de forêts primaires (Symington, 1933).

En plus de cette régénération issue de graines, des propagations végétatives par la formation de rejets de souche et la dispersion par drageons ou stolons représentent une stratégie complémentaire de colonisation pour certaines essences, notamment après les brûlis. La composition floristique dépend ensuite fortement de la dynamique de compétition inter- et intraspécifique de la phase d'installation ainsi que des conditions écologiques qui sont dépendantes du relief, de l'âge de la précédente jachère et de la fertilité du sol qui leur correspond.

De manière générale, le pourcentage de couvert apporté au sol par des herbacées pérennes et des plantes ligneuses augmente proportionnellement à la durée de la succession, au contraire des plantes annuelles. Tilman (1988) a développé son « *resource-ratio hypothesis* » qui postule que les nutriments du sol et les conditions de lumière sont les facteurs de sélection principaux pour les espèces des jachères. Les espèces du début de la succession, sur un sol pauvre et avec des conditions de forte lumière, perdent de leur force de compétition au profit d'autres espèces qui deviennent toujours plus compétitives à mesure que les nutriments augmenteraient et que la lumière diminuerait.

Connell et Slatyer (1977, dans Begon et al., 1996) ont présenté 3 modèles de mécanismes qui régulent les successions en s'appuyant sur cette notion d'espèces pionnières par opposition aux espèces tardives de succession. Ils considèrent essentiellement les capacités des espèces présentes avant la perturbation à se maintenir sur le site, l'influence de la végétation initiale sur l'environnement et les facultés de la végétation initiale de rester sur le site, par exemple par une régénération végétative. La *facilitation* prépare le terrain aux espèces « tardives », la *tolérance* permet aux espèces tardives de s'installer alors que le phénomène d'*inhibition* est plus directement lié à certaines espèces envahissantes : elles peuvent devenir rapidement et fortement dominantes dans les conditions données et profitent de leur adaptation et de leurs capacités de régénération extraordinaires, notamment végétatives, et/ou peuvent profiter de caractères allélopathiques qui empêchent d'autres espèces de s'installer.

A cause de l'effet du feu, la culture sur brûlis présente certains facteurs de succession particuliers. Après les défrichements effectués en forêt ou en vieilles jachères, les rejets de souche sont dominants puisqu'ils peuvent profiter de leur système racinaire préétabli (Harris, 1971 ; Scott, 1978 ; Uhl et al., 1981). Si les brûlis et les cultures se répètent, les souches de ces rejets perdent leur capacité de régénération et on ne rencontre en fait que deux des stades souvent décrits : un stade dominé par l'invasion initiale des herbacées à court cycle de vie et un stade arbustif qui lui succède, dominé par des pionniers à durée de vie limitée (environ 5 et 20 ans). Ahn (1970) parle d'un « *herb regrowth* » puis d'un « *thicket regrowth* ».

La dégradation peut entraîner des successions régressives, comprenant notamment un stade de succession graminéen prolongé qui n'est normalement pas courant dans les zones forestières. Sur le plan floristique, les autres familles qui participent à la recolonisation initiale sont les *Solanaceae*, les *Compositae* et les *Euphorbiaceae* (Ruddle, 1974). Cette composition végétale est ensuite remplacée par des herbes, lianes ou arbustes qui peuvent être des espèces pantropicales ou des plantes envahissantes récentes, comme *Lantana* ou des membres des *Melastomataceae*, *Rubiaceae* et *Fabaceae* (Ruddle, 1974). Dans certains cas, des monocotylédones à larges feuilles peuvent acquérir une mono-dominance (Scott, 1978 ; Uhl et al., 1981). A ce stade, des espèces de forêts secondaires comme *Cecropia spp.* pour les Néotropiques, *Trema*, *Cordia* et *Macaranga* plus généralement, s'immiscent dans le mélange ; les lianes augmentent et les herbes diminuent (Harris, 1971). Les stades arborés ultérieurs sont moins documentés d'une part à cause du temps d'observation qu'ils requièrent, d'autre part parce qu'il est fréquent que les sites aient été remis en culture. Ces répétitions de brûlis peuvent entraîner de fortes dominances d'espèces particulièrement résistantes aux feux ; Scott (1978) cite *Pteridium aquilinum* pour le Pérou et certaines parties d'Afrique, Ramakrishnan (1992) le bambou *Dendrocalamus hamiltonii* en Inde, et de nombreuses recherches concernent les savanes anthropiques à *Paspalum conjugatum* et *Imperata cylindrica* d'Asie, notamment de Malaisie.

2.2.3 La dégradation à long terme

La Société Royale de Londres (Royal Society of London, 1997) a organisé un débat de spécialistes et publié une analyse des risques que présente réellement le « précipice » de Malthus, un révérend qui s'est dès 1798 inquiété de la différence entre l'évolution de la croissance démographique et celle des moyens de subsistance. En se basant surtout sur les ressources terrestres, les participants à la discussion ont estimé qu'en 2020, les ressources seraient suffisantes *si des mesures adéquates étaient prises pour minimiser la dégradation des sols*. Avant eux, Bandy et al. (1993) mentionnaient deux problèmes essentiels : le réchauffement de la planète et le résultat des pratiques culturales non-durables d'utilisation des terres et des politiques gouvernementales inadéquates et inexistantes en matière de propriétés foncières et d'accès aux forêts. L'intérêt de ces analyses est de mettre en relation le cadre socio-économique avec les phénomènes de dégradation physique. Greenland, Gregory et Nye (cf. Royal Society of London, 1997), fameux pour leurs connaissances de l'écologie de la culture sur brûlis, pensent qu'une augmentation durable de la production ne pourra voir le jour dans les pays à faible potentiel en ressources que lorsque les cultivateurs auront bien compris les principes de base de la production végétale. Ces connaissances nécessaires demanderaient donc une éducation de tous les niveaux de la société et une collaboration continue et rapprochée entre chercheurs, agents de vulgarisation et cultivateurs (hommes et femmes) dans la recherche et les activités de développement. Les efforts devront être conséquents puisque le taux d'augmentation annuel de production de céréales a chuté de 3% en 1965 à 1,3% actuellement, et que selon les spécialistes, il ne s'agit pas seulement de restaurer la croissance mais de l'augmenter.

Nous reviendrons plus amplement sur l'évolution des ressources au niveau de la zone d'étude mais il est certain que la répétition des brûlis et des cultures, couplée à une durée de jachère relativement courte, par exemple moins de 10 ans selon Ramakrishnan (1992), n'est pas durable. Ses effets sont perceptibles du premier coup d'œil par la déforestation qui en résulte et l'augmentation de surfaces dégradées de savanes ou de fougères. Les problèmes liés à la déforestation sont largement documentés : sur les cours d'eau et sur les ressources génétiques (Wilson, 1988) et sur le réchauffement de la planète lorsque les défrichements sont réalisés par brûlis (EPA, 1990). Pourtant, outre les pertes de surfaces cultivables dues aux processus de savanisation, ce sont les baisses de rendement qui sont les effets les plus redoutés par les agriculteurs. Le phénomène de dégradation est actuellement généralisé mais Moody (1974) reprend les questions généralement formulées quant aux causes principales : il se demande si elles sont plutôt dues à une baisse de fertilité des sols (en particulier par manque de phosphore, mais aussi à cause des changements de la faune et des conditions physiques du sol), à une invasion accrue des mauvaises herbes, à une recrudescence de maladies ou à une érosion accélérée. Alors que la baisse de fertilité et l'invasion des mauvaises herbes sont généralement concomitantes, l'érosion semble poser un problème grave surtout lorsqu'elle est liée à une modification du système traditionnel, par exemple lors de la venue de migrants qui importent des techniques inadaptées (Bandy et al., 1993). Le problème des mauvaises herbes est aussi délicat à traiter du point de vue durabilité puisque Lambert et Arnason (1986) estiment qu'elles ont un rôle de rétention des nutriments à jouer et que Ramakrishnan (1992) explique qu'une gestion ou plutôt un sarclage réfléchi et donc sélectif des mauvaises herbes peut contribuer au maintien de la fertilité du sol. Ces baisses de rendement induisent bien évidemment des difficultés sociales et économiques pour les paysans et les pays à forte proportion de revenus agricoles. Elles entraînent des processus de migration et renforcent les visions de production à court terme des agriculteurs alors qu'aux niveaux nationaux, l'écart entre ruraux et citadins, comme l'écart entre le pays lui-même et les pays dits développés, s'accroît.

2.3 Les alternatives à la culture sur brûlis

La période de lutte coercitive contre la défriche-brûlis est actuellement révolue car les dirigeants et les opérateurs de développement ont tenu compte des échecs causés dans le passé par des mesures trop répressives. Les stratégies se sont de plus en plus préoccupées du rôle que les cultures sur brûlis jouent dans les systèmes agraires ruraux pour envisager des possibilités – de diminuer les impacts négatifs de cette technique sans qu'elle perde de son potentiel de production et de son attrait social ou – de promouvoir d'autres types de culture et de gestion agricole qui permettraient aux paysans de diminuer leur dépendance vis-à-vis de la culture sur brûlis.

Robison et McKean (1992) ont différencié, dans leur rétrospective bibliographique des alternatives à la culture sur brûlis, les facteurs techniques, les aspects sociaux et légaux. Les aspects techniques ont été

largement documentés et catégorisés selon le type d'alternative envisagé: on y distingue les jachères améliorées (en principe par l'introduction de légumineuses), la foresterie sociale et l'agroforesterie, les systèmes de culture intensive, les études de conservation des sols et de l'eau, les stratégies de transfert de fertilité (engrais vert, *mulching*), les cultures alternatives (cultures de rente ou espèces autochtones à valoriser) et enfin la restauration de fertilité.

Durant les 20 dernières années, certains centres internationaux de compétence ont accumulé des études sur la recherche de solutions et d'alternatives à l'agriculture sur brûlis: l'IITA à Ibadan, Nigeria (Greenland et Lal, 1981; Lal, 1987) et le TSRP de l'Université de North Carolina à Yurimangas, Pérou (Sanchez et al., 1982; Bandy et Sanchez, 1986) recèlent de précieux résultats sur l'évolution de la fertilité des sols, les alternatives culturales et la fertilisation. En Afrique, les travaux de l'ORSTOM (Roose, 1986) et du CDE (Hurni et al., 1996) se concentrent sur la conservation des sols et l'augmentation durable de la production. En Thaïlande, Kunstadter et al. (1978a) et Grandstaff (1980) ont étudié l'agriculture sur brûlis et les stratégies de développement. La conservation des sols et l'agroforesterie sont aussi les sujets de nombreux documents de la FAO, l'IBSRAM et de l'ICRAF (FAO, 1985; Nair, 1989; Young, 1989). Jusqu'à aujourd'hui, un important programme de l'ICRAF, la " *Global Initiative for Alternatives to Slash and Burn* " se déroule dans six sites de recherche en Afrique, Asie et Amérique du Sud (Bandy et al., 1993).

Au contraire des « recettes » relativement technocratiques des années 80 et grâce à des approches plus participatives des recherches, les scientifiques se sont de plus en plus attachés, depuis les années 90, à développer avec les paysans, ou plutôt sur la base des innovations ou propositions paysannes, des solutions adaptées à leurs moyens (travail, capital) mais surtout au système traditionnel. Peltier et Ballé Pity (1993) pour l'Afrique et Cairns (1997) ont ainsi pu énumérer de nombreuses variantes de gestion directement développées par les villageois: certaines techniques de culture sur brûlis, des jachères améliorées, des jardins agroforestiers et des exploitations forestières.

2.3.1 L'agroforesterie et/ou l'arbre dans le terroir

Bien que l'homme ait certainement planté des arbres depuis la nuit des temps, c'est sans doute la jachère de la culture sur brûlis qui représente un des plus anciens rôles agricoles du ligneux (Young, 1989). Cet auteur décrit l'agroforesterie comme « les systèmes d'usage du sol dans lesquels les arbres poussent en association avec l'agriculture ou l'élevage et interagissent économiquement et écologiquement, selon des agencements spatiaux ou des séquences temporelles » (Young, 1990). L'arbre ou l'arbuste peut apporter divers avantages aux systèmes agricoles purs, d'une part à travers des améliorations écologiques qui proviennent surtout des différences de profondeur d'enracinement, des facultés de recyclage des éléments et de fixation de l'azote, d'autre part grâce à certaines significations économiques ou sociales de l'arbre, en particulier par rapport à l'accès aux terres. En fait, ce sont surtout des soucis de durabilité des exploitations (avantages écologiques), d'intensification de la production (avantages économiques) et de sédentarisation de la culture sur brûlis qui ont poussé les techniciens à proposer certaines techniques agroforestières.

L'agroforesterie a essentiellement essayé dans ses débuts de définir une cohabitation optimale d'arbustes à croissance rapide et fixateurs d'azote (on peut citer *Flemingia congesta*, *Sesbania sesban*, *Gliricidia sepium*, *Crotalaria spp.* et *Leucaena leucocephala* parmi les espèces couramment utilisées) et de cultures afin de profiter de la biomasse, du couvert et de l'amélioration de la fertilité qu'ils pouvaient apporter. Des cultures en bandes ou en couloirs ont été proposées afin d'augmenter la production des cultures et de freiner l'érosion, surtout lorsque les haies vives sont installées en pente. Autre pilier de l'agroforesterie classique, les jachères améliorées qui génèrent, outre l'apport d'azote, un couvert du sol et une production de biomasse plus importants que les jachères naturelles, et qui permettent de réduire les durées de jachère pour diminuer les besoins en espace des systèmes traditionnels. Pour ce type de jachères, *Tithonia diversifolia*, longtemps considérée comme une mauvaise herbe, est maintenant appréciée pour ses capacités d'assimilation de phosphore et son utilité comme engrais vert. Un apport de 5 t/ha de *Tithonia* et *Lantana* a par exemple permis de tripler le rendement d'un champ de maïs et d'avoir une influence positive sur les rendements ultérieurs (Rao et al., 1998).

Malgré des avantages clairement démontrés en essais comparatifs, l'agroforesterie « classique » a eu du mal à s'implanter en milieu rural. Samyn (1993), résumant les analyses de Kerkhof (1991), conclut ainsi :

« l'étude met en évidence le fait qu'il n'existe pas de solution toute faite ou applicable universellement. Elle reconnaît toutefois que l'agroforesterie peut être considérée comme une approche en soi, pourvu qu'elle soit prise au sens large du terme ». On comprend l'importance de saisir d'une part l'objectif, d'autre part le fonctionnement *traditionnel* de systèmes agroforestiers lorsqu'on sait que l'ICRAF en a déjà recensé plus d'une centaine. Pour saisir cette complexité au niveau paysan, Buttoud (1994) insiste sur la définition à l'avenir de modèles agroforestiers à l'échelle de l'unité de gestion d'une part, et du terroir local d'autre part.

Sur la base de recherches internationales sur les systèmes agroforestiers paysans, Cairns (1997) a pu illustrer un continuum complet qui part de monocultures à fonction de remise en état du sol après la culture (légumineuses de couverture saisonnière, jachères améliorées) et qui aboutit à des agroforêts complexes dont l'objectif principal est la récolte des produits des arbres. On rencontre entre ces extrêmes des systèmes qui s'appuient sur la conservation ou la promotion d'espèces utiles. Certains arbres laissés sur pied lors du défrichement peuvent améliorer la fertilité des champs (Sirois et al., 1998) alors que les espèces de jachères peuvent être d'usage alimentaire, valorisées comme bois d'énergie, fibres, plantes fourragères ou médicinales. Les systèmes intermédiaires peuvent présenter une succession dans le temps des produits agricoles et forestiers (systèmes *taungya* cycliques) : ils profitent de la phase d'installation des ligneux pour y planter des cultures annuelles.

Dans l'objectif également de diversifier les ressources disponibles dans les terroirs, notamment pour assurer l'approvisionnement en produits ligneux, certaines variantes plus typiquement forestières de mélange arbres-cultures ont également vu le jour vers la fin des années 70 et le début des années 80 : la foresterie sociale, communautaire, la « farm forestry » et la « collaborative forest management », plutôt connue en Asie. La différence avec l'agroforesterie s'illustre essentiellement par le fait que les arbres sont plutôt conservés ou plantés en bosquets et que leur interaction avec une autre culture, bien que possible, n'est pas au centre des réflexions, au contraire de l'utilisation des arbres et de leurs produits. Les recherches actuelles considèrent de plus en plus les produits forestiers non-ligneux (Perez et Arnold, 1996) et il est évident que ces tendances forestières peuvent être extrapolées à l'arbre et l'arbuste dans le système agraire.

2.3.2 Les alternatives agricoles « non agroforestières »

En suivant les mêmes objectifs que l'agroforesterie (augmenter la production et assurer la durabilité écologique), l'utilisation d'engrais voire de pesticides pourrait également être préconisée afin d'augmenter la production et diminuer les pertes en nutriments, mais elle dépend bien sûr de la disponibilité des intrants et des moyens financiers des paysans. Le travail du sol peut également être envisagé, même s'il est généralement délicat de vouloir modifier les qualités physiques normalement favorables en début de mise en culture par brûlis.

En général, l'intensification du système agraire préconisée est plutôt liée à des stations différentes de celles qu'occupent les champs cultivés sur brûlis et les jachères. L'échelle d'observation de la durabilité ne peut pas se restreindre à un champ d'activité spécifique mais doit être élargie pour comprendre l'idée de ces pistes d'intervention : en effet, on ne reste pas concentré sur le champ de culture sur brûlis (en acceptant donc implicitement qu'il subisse une certaine dégradation) mais on croit à un changement durable de stratégie paysanne, et partant d'emploi du temps, au détriment de la culture sur brûlis. Dans le cas de la côte Est de Madagascar, c'est l'aliment de base, le riz, qui est cultivé sur brûlis ; la solution largement préconisée est une augmentation des zones irriguées, parfois avec terrassement, et une intensification de la riziculture. Alors que pour les extensions, le travail d'aménagement est pénible voire impossible dans les zones à fort relief, certaines techniques permettent d'obtenir des rendements d'au moins 2 t de plus par hectare que le système traditionnel (Bonlieu, 1998) : le SRI (système de riziculture intensive) dépend d'une rizière très plane et d'une gestion maîtrisée du niveau d'eau qui doit permettre au riz repiqué très tôt de produire plus de thalles que le système traditionnel (Vallois, 1996) ; le SRA (améliorée) en est une forme intermédiaire, avec un repiquage un peu plus tardif ; enfin la lutte intégrée contre les adventices avec des plantes flottantes et fixatrices d'azote comme les *Azolla* permet de plus de limiter les pertes dues aux mauvaises herbes. Le surplus de travail gêne parfois l'adoption du SRI, mais il peut devenir tout à fait intéressant dans le cas de petites surfaces cultivées intensément.

Depuis peu, une approche très semblable à l'agroforesterie a été développée en particulier par le CIRAD (Séguy, 1997) : l'agrobiologie ou agroécologie. Elle tente d'imiter les processus naturels afin de garder les cycles des nutriments aussi fermés que possible :

- grâce à un semis direct pour ne pas perturber la structure du sol ;
- par une couverture constante du sol grâce au paillage et à des plantes de couverture ;
- et par le maintien de « pompes biologiques » sur le site pour retenir les nutriments.

Dans l'idée d'éviter les effets néfastes du feu, une variante de cette technique a par exemple été testée avec succès au Brésil sur des premières défriches en utilisant des plantes de couverture (*Mucuna spp.*) pour accélérer la décomposition de la biomasse défrichée. Avec la même approche, Rakotondralambo (à paraître) a récemment présenté des rendements de plus de 3 t/ha de riz pluvial en semis direct avec fertilisation et paillage (contre une moyenne nationale de 2 t/ha, qui comprend les productions irriguées).

Lorsque l'alternative culturelle ne permet pas une substitution directe du produit cultivé sur brûlis, il est possible d'encourager une autre culture vivrière (mais les habitudes alimentaires sont très difficiles à bouleverser) ou de s'appuyer sur des productions de rente « moins dégradantes ». Dans le cas de la falaise Est de Madagascar, on revient souvent à des systèmes agroforestiers puisque les cultures de rente traditionnelles sont dominées par les arbres fruitiers (litchis, agrumes, avocats, etc.), par le poivre ou la vanille (qui nécessitent des tuteurs) ou d'autres plantes aromatiques (cannelle, girofle, etc.). Par contre, les cultures du gingembre ou de certaines plantes à huiles essentielles pourraient également être promues en zones planes, sans forcément y faire intervenir de systèmes agroforestiers. La promotion de l'élevage, de la volaille aux ruminants, peut également représenter une filière rentable dans les zones déjà dégradées et présente l'avantage de pouvoir être couplée à la fertilisation et à des activités de trait (transport et labour). Messerli (1998 et à paraître) a analysé, sur la base d'enquêtes paysannes et d'essais au champ menés à Beforona, la combinaison d'alternatives de gestion durable des ressources naturelles qui paraît la plus adaptée aux besoins exprimés.

2.3.3 Les alternatives socio-économico-culturelles

La croissance démographique et les problèmes de production peuvent entraîner non seulement des modifications du système agraire mais encore des changements de stratégies paysannes plus radicaux, comme la migration (Gupta et Sambrani, 1978), la transition dans le secteur commercial (épiceries, collecte de produits, etc.) ou l'augmentation des activités salariées (Duncan, 1979). Ce type d'alternatives démontre qu'il est nécessaire d'observer aussi les activités non agricoles d'une part, et d'analyser les conditions sociales et économiques d'autre part, pour évaluer les « échappatoires » possibles pour les paysans dont l'accès aux terres n'est plus assuré. Pour ce faire, la connaissance de la stratification sociale, des pôles d'influences et des stratégies locales représente une condition de départ pour le reste des investigations. De nombreux travaux ont analysé les conditions foncières (Raintree, 1987) et leurs relations avec la plantation d'arbres, alors que d'autres études se sont plutôt penchées sur les aspects économiques des activités paysannes, notamment le rendement du travail (Eder, 1977).

La recherche socio-économique, même si elle a connu un léger retard par rapport aux investigations techniques, se développe de plus en plus puisqu'on a reconnu que les problèmes d'adoption de nouvelles techniques proviennent souvent d'un manque de compréhension des perceptions paysannes (Peltier et Ballé Pity, 1993 parlent même d'un manque d'humilité), de tendances économiques trop fluctuantes ou de lois inadaptées (Barbier, 1997). Le savoir, les mécanismes ou processus de prise de décision paysans sont de mieux en mieux étudiés dans une vulgarisation qui devient plutôt une facilitation (Groupe de Neuchâtel, 1999), et c'est justement dans le cadre de la recherche d'alternatives que par exemple l'approche genre prend toute son envergure (cf. Gambetta, 1999).

Jusqu'ici pourtant, les recherches sont souvent restées descriptives et plutôt concentrées en Asie, si bien qu'il est encore difficile de vraiment comprendre le pourquoi des échecs des alternatives proposées dans le passé. Utting (1996) a tenté de cerner ces raisons en comparant les activités et problèmes rencontrés par des projets de « conservation participative » œuvrant au Costa Rica, aux Philippines et au Sénégal. Il distingue d'abord une notion de participation appliquée de manière trop technocratique et qui ne tient pas assez compte des besoins en revenus des paysans. Il cite ensuite les pressions de la pauvreté qui poussent à planifier à court terme, la force de persuasion d'acteurs influents mais externes à une réserve (problème probablement extrapolable à l'échelle d'un village), le poids de grands commerçants et l'inégalité sur les

marchés, les divisions internes aux communautés qui poussent à une mauvaise distribution des bénéfices, les problèmes fonciers, de prises de décisions, les divisions du mouvement environnemental, la réaction du lobby économique dont la puissance est souvent occultée, et enfin le problème de la « macro-cohérence » dans le contexte des réformes néo-libérales qui prône une stabilisation économique et un ajustement structurel. En effet, ces réformes semblent affaiblir les institutions étatiques, dans certains cas promouvoir des cultures dégradantes pour l'environnement et enfin restreindre l'accès pour les producteurs locaux à certains biens et services essentiels comme le crédit, à des prix de soutien pour leurs produits et à une assistance technique.

Les moyens indirects de lutter contre la culture sur brûlis proviennent souvent de mouvements politiques et peuvent déboucher sur un renforcement ou une amélioration de la formation (Bunting et Bunting, 1984), sur de nouvelles institutions ou tâches de celles-ci (FAO, 1984) ou sur de nouvelles lois ou démarches administratives. Ces dernières peuvent s'avérer très dirigistes, comme la délimitation de zones cultivables par brûlis et le déplacement de population, avoir une connotation économique (subventions, contrôle des prix) ou contribuer beaucoup plus indirectement à une amélioration de la situation rurale, comme les volontés de décentralisation de l'administration. Les mesures indirectes peuvent également découler d'organisations internationales qui se chargent de sensibiliser les gens aux problématiques environnementales, comme le WWF par exemple.

Sur le plan global, Coxhead (1997) estime que des réformes légales qui réduisent les distorsions de prix, renforcent les marchés financiers ruraux et les droits de propriété peuvent appuyer les propositions de meilleur aménagement des terres. Sur un plan plus sectoriel, Pearce et al. (1990) ont démontré en Indonésie qu'une diminution des coûts d'engrais et de pesticides pour les zones irriguées pouvait être liée à des stratégies d'investissement améliorées sur les collines. Barbier (1997) propose de compléter de grandes réformes par certaines législations spécifiques et ciblées qui auraient pour but d'augmenter les revenus apportés par les terres déjà défrichées, d'améliorer l'accès des ménages défavorisés au crédit et aux terres, et enfin d'éradiquer s'il y en a les biais légaux qui favoriseraient les plus riches dans le commerce. Les réformes proposées par ces divers auteurs sont nombreuses mais nécessitent généralement des services administratifs ou des prestataires de service efficaces, entre autres pour ce qui concerne les aspects fonciers, le crédit rural et l'appui à la gestion des ressources, notamment à l'irrigation. En poussant la réflexion plus loin, Barbier (1997) considère comme nécessaires des appuis à la commercialisation pour les petits ménages et des appuis à la santé et à la formation pour les ménages des zones marginales.

2.4 Le système agro-écologique de la falaise Est de Madagascar

2.4.1 Des feux avant et après l'arrivée de l'homme

Les études palynologiques de Burney (1987) ont démontré que le couvert végétal a été touché par le feu avant l'arrivée de l'homme à Madagascar. La végétation n'était pas uniquement forestière mais consistait déjà en une mosaïque de forêts et de savanes sur les Hauts-Plateaux et dans le Nord. Il y a environ 1000-2000 ans, le climat s'est asséché ; c'est probablement dans ces conditions que l'homme s'est installé et qu'il a pu entraîner par la suite la disparition de la mégafaune et l'augmentation des surfaces de savanes à travers les processus anthropiques de dégradation et de rudéralisation qui ont pu être constatés durant ces mille dernières années.

2.4.2 L'évolution de la région de Beforona

Même si on ne connaît que peu de choses sur l'histoire de la région orientale jusqu'au 18^e siècle, des colonies arabes ont laissé certaines traces datant du 10^e ou du 11^e siècle. Avant le 19^e siècle, la population *betsimisaraka* semble avant tout avoir été concentrée sur le littoral ou à une petite distance de la côte. Les villes de Iharana, Fenoarivo-Antsinanana et Toamasina, ainsi que la baie d'Antongil ont une renommée liée à leurs ports et aux passages d'étrangers, quelquefois des pirates et des Français, des Portugais, Anglais et Hollandais. A cette époque, les clans « *ambanivolo* » (qui viennent de sous les bambous, de la brousse à l'intérieur des terres) jalouaient ces accès à la mer et au commerce avec l'extérieur (notamment d'armes), et le roi des *Tsikoa* (qu'on ne renverse pas), Ramamano, prit de force les ports de Toamasina et Fenoarivo. Plus tard, le prince Malata Ratsimilaho assiégea Fenoarivo qu'il conquiert en faisant patauger ses adversaires dans la boue, ce qu'il leur valut le surnom de *Betanimena* (plein de boue,

de terre rouge) alors qu'il donna à ses partisans le nom de *Betsimisaraka*, qui signifie « qui ne se séparent jamais » (Grandidier et Decary, 1958). Le peuple *betsimisaraka*, nom qui est encore donné aux habitants de la Province de Toamasina, provient donc d'une confédération de petits clans qu'un métis, né d'une princesse et d'un pirate, le Malata Ratsimilaho, a unifié au début du 18^e siècle.

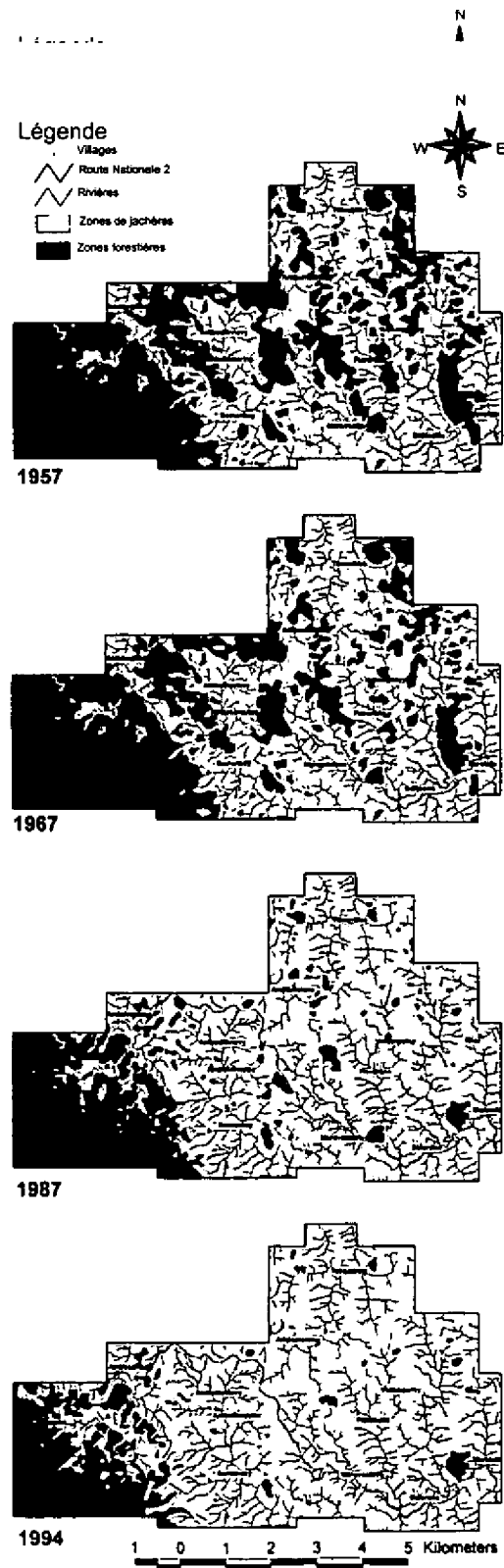
Dans le cadre du projet Terre-Tany/BEMA, Zurbuchen (1996) a étudié des récits de voyageurs pour analyser l'évolution de la déforestation et Brand (1998) a complété son travail par des photo-interprétations actuelles du couvert de la zone d'étude. Selon les écrits d'Hastie de 1817, les savanes couvraient déjà la plaine littorale alors qu'au début de la zone des basses collines, arbres et broussailles occupaient les vallées. C'est à Ambatoharanana, situé le long de la RN2 actuelle, à environ 40 km à l'intérieur des terres contre l'ouest, que Hastie a remarqué que ces broussailles couvraient encore l'entier des collines pour ensuite laisser la place, depuis Ampasimbe² environ, à une forêt dense humide jusqu'à Analamazaotra (Périnet).

Pendant la première moitié du 19^e siècle, les broussailles qui allaient d'Ambatoharanana à Ampasimbe disparaissent et font place à la savane sur les crêtes et sommets de collines. Dans la deuxième moitié du siècle, la forêt commence à être défrichée entre Ampasimbe et Beforona, avec une intensité décroissante plus on va vers l'ouest, donc plus on monte. Green et Sussman (1990) ont retracé la dynamique de déforestation de la côte Est de 1950 à 1985. Ils supposent que l'aire forestière originelle devait recouvrir quasiment tout le versant Est et ils ont démontré qu'en 1950, les 2/3 du couvert subsistait alors qu'en 1985, la moitié du couvert de 1950 avait encore disparu (3,8 mio d'ha).

Dans la zone de Beforona, une surface de 49 km² a été suivie grâce à la disponibilité de photos datant de 1957, 1967 et 1987 (Carte 4). Cette zone se trouve à la limite des derniers massifs forestiers importants qui bordent la RN 2 et qui sont cantonnés à la crête principale du versant. Ces forêts sont encore défrichées à un rythme qui s'est continuellement aggravé pour aboutir à son maximum observé entre 1987 et 1994 (Brand, 1998). La majorité de ces défrichements est due à la culture sur brûlis pour le gain et la mise en culture de nouvelles terres agricoles. Seuls quelques feux sauvages et des brûlis de lisières (espaces qui seront ensuite cultivés) ne sont pas directement voués à l'agriculture. Les premiers défrichements débutent dans la vallée principale puis s'étendent suivant les vallées secondaires jusqu'aux crêtes principales. Quelques massifs subsistent en crête au début de la colonisation mais la plupart de ceux-ci disparaissent également avec le temps.

² Ampasimbe se situe à côté de Salampinga, village actuellement représentatif de la zone savanisée (voir la carte 1 de présentation de la zone d'étude, chap. 1).

Carte 4 : Evolution des défrichements dans la zone de Beforona (source : Brand, 1998, projet BEMA)



2.4.3 La population de la région de Beforona

Au sein du projet *Terre-Tany/BEMA*, les études socio-économiques ont été principalement menées par l'équipe de P. Moor de l'Université de Berne (voir Moor, 1998) et elles ont complété un travail d'équipe (cf. fig.3) duquel plusieurs des passages qui suivent ont été repris (*Terre-Tany/BEMA*, 1998).

Une croissance démographique renforcée par l'immigration

La croissance démographique de la région de Beforona est régie par la croissance naturelle et par l'afflux d'immigrants, surtout du Sud-Est de Madagascar depuis les années 60. Le nombre total des habitants dans la Commune rurale de Ranomafana a augmenté de 6'948 à 10'732 pendant les années 1976 à 1991. Dans la Commune de Beforona, cette population passe de 7'216 habitants en 1976 à 11'260 en 1991. Le taux de croissance moyen ces trente dernières années a atteint environ 3% dans les deux Communes. Avoir de nombreux enfants est perçu comme une richesse chez les *Betsimisaraka* et chaque ménage espère un maximum d'enfants. Le taux de croissance naturelle varie en fonction de la disponibilité d'infrastructures de santé moderne et on peut considérer qu'il a été stable pendant les trente dernières années. L'afflux des immigrants a par contre renforcé ce taux au cours des dernières années.

L'évolution démographique dans les Communes de Beforona et Ranomafana présente une baisse absolue directement liée à la réhabilitation de la route nationale RN2 entre les années 1984 et 1988. Beaucoup d'ouvriers ont été engagés pendant cette période par les entreprises de construction, puis ils se sont dispersés après l'achèvement des travaux. Néanmoins, la réhabilitation de la RN2 a plus tard facilité un afflux important d'immigrants du Sud-Est de Madagascar qui ont profité des nouvelles possibilités de commercialisation dans la région. Ces immigrants se sont installés par la suite en permanence dans la région, en particulier le long de la RN2, comme dans les villages d'Antongombato (vers Salampinga), à Beforona et le village de Marovoalavo, voisin de Fierenana.

La structure ethnique de la population dans la Commune de Beforona est très diversifiée. Les habitants autres que *Betsimisaraka* y sont considérés comme des immigrants selon le critère de distinction appliqué, c'est-à-dire l'existence ou non du tombeau familial dans la région. Le tableau suivant montre la répartition entre autochtones et immigrants dans le *Firaisana* de Beforona.

Fig. 7: Structure ethnique dans le *Firaisana* de Beforona 1995 (source: bureau du Délégué du *Firaisana* de Beforona)

Total masculin	Total féminin	Total habitants	ethnies	%	occupations principales
4'899	4'432	9'331	<i>Betsimisaraka</i>	80.3	agriculture et élevage
474	484	958	<i>Sihanaka</i>	8.0	agriculture et commerce
507	444	951	<i>Merina</i>	8.4	administration et commerce
166	150	316	<i>Antesaka</i>	2.7	agriculture et commerce
30	28	58	<i>Betsileo</i>	0.5	commerce et salariat
3	2	5	<i>Antandroy</i>	-	marché de charbon
1	1	2	Chinois naturalisés	-	commerce
52.1%	47.9%				

Malgré l'hétérogénéité de la population, les conflits entre les groupes ethniques sont très rares. La différence des occupations et des fonctions et l'éloignement des habitats allègent considérablement le potentiel de conflits. La population *betsimisaraka*, qui peuple une grande partie de la côte Est de Madagascar, est réputée pour son attachement aux valeurs culturelles traditionnelles et sa réticence à adopter les évolutions modernes. Les *Betsimisaraka* ont toujours résisté à la domination des colonisateurs *merina* et *français*, en refusant par exemple de s'installer dans les villages situés près des centres administratifs et en se rapprochant de préférence des forêts primaires, afin de mener un mode de vie transhumant. Ainsi, les *Betsimisaraka* ont gardé jusqu'à présent non seulement leur identité culturelle et une forte cohésion sociale, mais également leur système de valeurs et leurs structures sociales caractérisées par de petites unités socio-politiques.

Confrontée à la dégradation des ressources naturelles et à une croissance démographique considérable d'une part, à une évolution intéressante des marchés d'autre part, la population *betsimisaraka* de la région

de Beforona est pourtant actuellement poussée à ajuster leurs normes et règles culturelles et à trouver des solutions à la rigidité de certaines valeurs culturelles. Des changements du système foncier traditionnel ainsi que dans les formes de cérémonies, de même que la faiblesse de l'autorité traditionnelle représentent des thèmes qui sont aujourd'hui discutés dans les villages.

2.4.4 Le système agraire et économique de la région de Beforona

La problématique de l'agriculture sur brûlis a été abordée sous les aspects de la production (Ratovoson, 1979 ; Rakotoarisoa, 1984), de l'érosion des sols (DRFP, 1975) et de la dégradation de la végétation (Raketamalala, 1979 ; Oxby, 1985 ; Razakanirina, 1986), pendant que l'évolution du relief et du paysage a été étudiée par Hoeblich-Stoer (1992). Bertrand (1994) a fait une revue documentaire et bibliographique intéressante des recherches sur la défriche-brûlis entreprises à Madagascar. Concernant la recherche de solutions, les expériences du CTFT dans la station de Beforona sont rapportées par Benoit de Coignac et al. (1973), ainsi que par Oxby et Boerboom (1985). Les activités et expériences ultérieures du DRFP/FOFIFA dans la même station sont documentées de manière lacunaire à l'exception de Rakotomanana et al. (1989). Dans le cadre actuel des activités de conservation et de développement intégré sur le versant Est, de nombreuses études concernant la forêt naturelle et sa faune ainsi que des essais d'alternatives sont menés par, entre autres, les projets de Zahamena (Conservation International), de Mantadia (USAID), de Ranomafana Est (CIIFAD de Cornell University, CIFOR), d'Andapa-Marobjy (WWF) et de Mananara-Nord (UNESCO et coopération hollandaise)³.

La gestion et l'évolution des ressources naturelles, la stratégie des ménages et l'organisation des terroirs seront discutées dans les chapitres 4 à 6 ; c'est donc essentiellement une première partie descriptive qui est l'objet de ce chapitre. La présentation distingue trois champs d'activités traditionnelles des paysans *betsimisaraka* : les activités agricoles et pastorales du système agraire, prioritaires aux yeux des paysans, les prélèvements courants ou d'appoint de ressources naturelles et enfin les activités sociales.

Les activités agricoles et pastorales du système agraire de la zone de Beforona

Tavy: la culture du riz pluvial

La pratique de cultures itinérantes sur brûlis (*tavy*) sur la côte Est de Madagascar est une ancienne tradition rizicole et elle est considérée par les paysans *betsimisaraka* comme la culture des ancêtres dans le sens où le *tavy* représente « ... un cadre privilégié où se réalise le dialogue avec les ancêtres » (Althabe, 1968). Le *tavy* ne correspond pas seulement à une activité économique pour les *Betsimisaraka* et il ne peut ainsi pas être analysé uniquement sous l'angle de la rationalité économique. Les activités sur *tavy* sont soumises à des règles religieuses spécifiques comme des interdits de travail le mardi et le jeudi⁴ ou comme des interdits alimentaires. Oxby (1985) est d'avis que les sacrifices de bœufs précédant les défrichements témoignent d'un culte de la forêt, source de matériaux de construction, de combustible, de fruits, de noix, de gibier et de produits médicinaux. Mais en fait, même s'il existe une dimension rituelle certaine de la forêt, on peut se demander si ces sacrifices ne sont pas plus directement liés à la vénération des ancêtres et à celle du riz comme source de vie, qu'à la forêt.

Les travaux sur le *tavy* dominent le calendrier agricole. Cette domination se manifeste dans le nombre absolu de jours investis annuellement et dans la mobilisation de toute la main-d'œuvre familiale disponible. La culture de *tavy* est itinérante en fonction de la rotation spatiale des champs cultivés et de leurs mises en jachère après un cycle de culture. Cette rotation et l'éloignement des terrains cultivés nécessitent généralement une transhumance des foyers paysans (voir chapitre 4). Pendant tout le cycle cultural, les familles logent dans des cases provisoires proches de leur terrain de *tavy* et elles retournent dans leur habitation permanente après la récolte. La surface des terrains de *tavy* varie entre 0.5 et 1.5 ha, selon la disponibilité en main-d'œuvre et selon le besoin en riz du ménage concerné. La figure 8 montre la division du travail et le nombre des jours de travail investis dans le *tavy*.

³ Tous ces projets collaborent avec l'ANGAP, association nationale de gestion des aires protégées.

⁴ Certains ménages sont frappés par 4 jours d'interdit de travail sur le *tavy* par semaine; ces interdits ne s'appliquent pas pendant la période de la récolte.

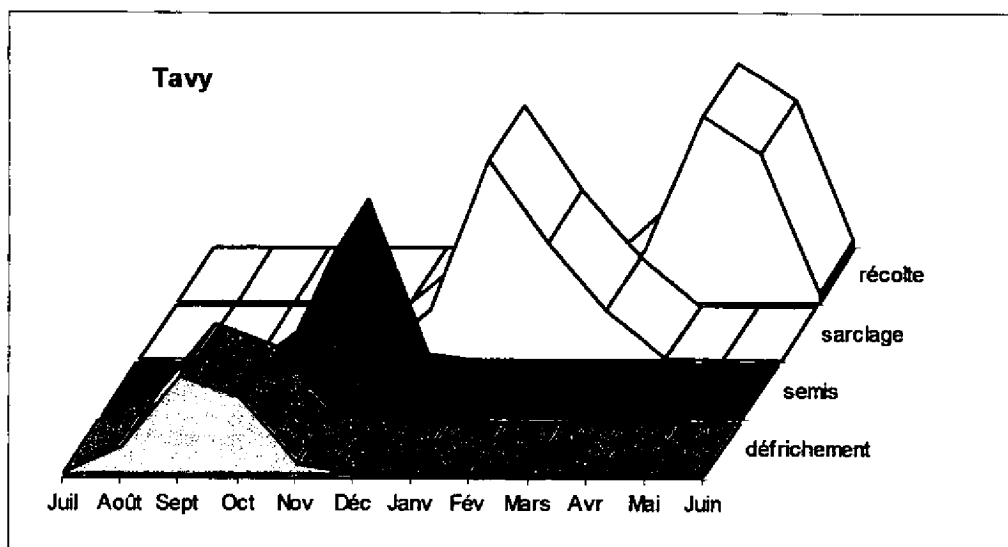
Fig. 8 : La division du travail sur le tavy (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA, année 1996)

	Défrichage		Semis		Sarclage		Gardiennage		Récolte		Transport du riz		Total tavy	
	jours	%	jours	%	jours	%	jours	%	jours	%	jours	%	jours	%
Homme	19.6	70.3	9.3	29.2	23.3	34.7	4.7	29.8	19.7	33.5	4.6	62.2	81.2	38.9
Femme	0.0	0.0	10.3	32.2	25.6	38.1	8.1	51.4	22.0	37.4	0.0	0.0	66.0	31.6
Enfants/ autre p.	3.3	11.8	2.8	8.8	8.1	7.2	2.9	18.7	7.2	12.2	1.2	16.2	25.5	12.2
Entraide fam.	4.0	14.3	4.9	15.4	7.0	10.4	0.0	0.0	9.3	15.8	1.3	17.6	26.5	12.7
Salariés	1.0	3.6	4.6	14.4	3.2	4.8	0.0	0.0	0.7	1.2	0.3	4.1	9.8	4.6
Total	27.9	13.3	31.9	15.3	67.2	32.2	15.7	7.5	58.9	28.2	7.4	3.5	209.0	100

Les activités dominantes sur le tavy en terme de jours sont le sarclage et la récolte (seuls les épis sont récoltés), alors que le défrichage et le semis nécessitent moins de temps. La charge totale de travail concerne légèrement plus les hommes que les femmes. L'entraide familiale fournit dans cette zone davantage de main d'œuvre d'appoint que les salariés. Cette entraide familiale, voire l'engagement de salariés, est particulièrement importante pour le semis et la récolte, deux activités qui dépendent beaucoup du climat et qui doivent être effectuées dans un délai relativement court.

L'organisation temporelle des activités sur le tavy suit un cycle cultural qui dure environ 10 mois, commençant au mois d'août, comme il est présenté dans la figure 9 sur la base de données recueillies en 1996.

Fig. 9: Le calendrier cultural sur le tavy (Données: Moor, Terre-Tany/BEMA)



Les activités principales sur le tavy commencent aux mois d'août et septembre par le défrichage d'un terrain, choisi selon divers critères comme l'âge de la jachère, et en se basant sur le droit foncier traditionnel (voir le chapitre 4 : Résultats ; Moor et Barck, 1997). Le défrichage est exclusivement réalisé par les hommes avec le grand couteau ou coupe-coupe (*antsy*). Après avoir laissé sécher la végétation coupée, celle-ci est brûlée au début du mois de novembre, de préférence juste avant les grandes pluies. Le semis à l'aide d'un bâton (*fitomboka*) suit immédiatement le brûlis et cette activité mobilise toute la main-d'œuvre disponible. En moyenne, deux sarclages sont réalisés : le premier intervient un mois et le deuxième environ deux mois après le semis. Peu après le semis et avant la récolte, il est nécessaire de faire un gardiennage surtout contre les oiseaux (*fody*) mais également contre les rats. Finalement, c'est la récolte qui commence au mois de mars et qui s'étend jusqu'au mois de mai, suivant le cycle végétatif des variétés cultivées. Lors de la récolte, les épis sont coupés au moyen d'un petit

couteau (*karima*). Comme le semis et le sarclage, la récolte demande toute la main-d'œuvre disponible, mais contrairement aux autres activités sur le *tavy*, la récolte du riz pluvial n'est pas frappée d'interdits de travail.

Outre ces activités principales, on trouve d'autres activités liées directement au *tavy*. Tout d'abord, il y a la construction d'une case près du *tavy* (*trano tavy*) et d'un « mirador » en bois dans le champ de riz pour le gardiennage (*pakambo*). En premier lieu, le riz récolté est d'abord stocké en tas d'épis sur le champ même (*onkalo*). C'est seulement après la fin de la récolte qu'il est transporté au grenier familial situé au village. La fin de cette activité signifie en même temps la fin du cycle culturel de *tavy*.

Horaka: la production de riz irrigué

L'exiguïté des vallées limite la pratique de la riziculture irriguée de bas-fonds mais, dans certains villages, elle assure l'autosuffisance en riz des ménages. L'utilisation des bas-fonds pour la culture de riz a une longue histoire dans le pays des *Betsimisaraka* et elle est signalée par plusieurs auteurs (Dandoy, 1973 ; Le Bourdieu, 1974). La technique utilisée à l'époque sur les bas-fonds, appelés *horandrazana* (rizières des ancêtres), consistait en un semis direct après brûlis, puis en un piétinement à l'aide de bœufs. Pendant la période coloniale française, cette technique a été partiellement abandonnée et la population autochtone s'est concentrée sur le *tavy*. Dans la région de Beforona, ce sont les administrateurs coloniaux et officiers *merina* qui ont occupé une partie des bas-fonds au cours du 20^e siècle pour pratiquer la riziculture irriguée avec repiquage. Pendant les années 60, l'Etat a fait pression sur les paysans autochtones pour qu'ils abandonnent le *tavy* et se tournent vers la riziculture irriguée. D'importants investissements dans les systèmes d'irrigation ont par la suite été faits et les vulgarisateurs agricoles ont introduit de nouvelles variétés ainsi que la technique du repiquage, nécessaire pour l'amélioration de la culture de riz irrigué. Suite à un relâchement des relations entre les services d'appui et la population rurale, la plupart des paysans ont délaissé partiellement les *horaka* aménagés depuis les années 80. Cette tendance a été accentuée par la crise de l'élevage de zébus qui a abouti à un manque de bœufs pour les travaux dans les rizières. Seul un tiers des ménages interviewés par Moor pratique la riziculture irriguée et les surfaces cultivées varient entre 10 et 70 ares environ par saison.

Les activités sur les *horaka* sont souvent soumises aux mêmes règles religieuses que les activités sur les *tavy*, comme les jours *fady*⁵. Quant à la division du travail, nous constatons une certaine similarité au niveau de la riziculture sur les Hautes-Terres malgaches, comme il est présenté dans la figure 10.

Fig. 10 : La division du travail sur *horaka* (Données: Moor, *Terre-Tany/BEMA*, année 1996)

	Préparation		Repiquage		Sarclage		Gardiennage		Récolte		Total	
	jour	%	jour	%	jour	%	jour	%	jour	%	jour	%
homme	29.5	88.1	0.0	0.0	1.4	31.8	0.1	9.1	7.0	23.4	38.0	42.5
femme	0.0	0.0	15.4	74.8	2.5	56.8	1.0	90.9	14.9	49.8	33.8	37.8
enfants/autres personnes	2.3	6.9	1.2	5.8	0.5	11.4	0.0	0.0	6.6	22.1	10.6	11.8
entraide fam.	1.5	4.5	3.6	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.7	6.5	7.3
salarié	0.2	0.6	0.4	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7
Total	33.5	37.4	20.6	23.0	4.4	4.9	1.1	1.2	29.9	33.4	89.5	100

La préparation (y compris le piétinement) et la récolte demandent la part la plus importante de l'investissement en travail. Le repiquage suit, tandis que le sarclage et le gardiennage représentent des activités moins importantes. Le repiquage est le domaine des femmes, avec quelques collaborations familiales. Dans la région, le recours aux salariés est très rare.

L'organisation temporelle des activités sur *horaka* ne suit pas un cycle précis car le cycle culturel ne dépend qu'à un moindre degré des saisons climatiques. Deux cycles culturels par année sont possibles avec une gestion intensive. La plupart des paysans ne cultivent pourtant qu'une fois par année, soit

⁵ La relation entre le domaine religieux et les rizières peut être constatée chez les *Tsimihety* qui prient sur le côté est de la rizière, chez les *Betsileo* où une petite partie de la rizière n'est pas cultivée après le décès du propriétaire, et enfin chez les *Merina* (communication personnelle de Mme. *Raharimalala*).

pendant la saison hivernale entre les mois de juin et de janvier (*vary ririnina*), soit en parallèle au cycle cultural du *tavy*, de novembre à juin (*vary taona*).

La préparation des rizières inclut la réparation des canaux d'irrigation, le piétinement des champs et le semis dans la pépinière. L'outil utilisé est l'*angady*, tandis que les bœufs ne sont employés que pour le piétinement, considéré comme une activité pénible mais qui influence beaucoup le rendement. Peu de ménages disposent d'un nombre suffisant de bœufs pour faire ce travail, mais il existe la possibilité de louer des bœufs auprès d'autres paysans. La nécessité d'un sarclage des *horaka* dépend des variétés choisies, tandis que le gardiennage contre les oiseaux et les rats est indispensable pour avoir une bonne récolte. La récolte est échelonnée pendant une période de deux mois selon les cycles végétatifs des variétés cultivées. La gestion de l'eau d'irrigation pose un problème majeur, faute d'organisation paysanne et de moyens pour la construction de barrages.

Tanimboly: des agroforêts de bananiers, de caféiers et d'autres fruitiers, des champs de manioc et canne à sucre (cf. Razafimahatratra, 1998 et Ranjatson, 1998)

Les champs des cultures pérennes sont appelés *tanimboly* et sont constitués généralement par des caféiers, des bananiers et d'autres fruitiers comme l'oranger, l'avocatier, la pomme cannelle, le litchi, le jacquier etc. Ces cultures sont souvent associées aux *Albizia chinensis*, légumineuses servant d'arbre d'ombrage pour les caféiers et de fertilisants des sols. Les premiers *tanimboly* intégrant des caféiers ont été installés sous la pression de l'administration coloniale française dans les années 1930 et se trouvaient à proximité des villages, en tant que jardins de cases. Pendant les années 60, les *tanimboly* ont augmenté en nombre, en surface et en diversité, suite à une ouverture des marchés et à une vulgarisation intense. Ils ont gardé une grande importance dans le système agraire actuel par leur poids financier. Chaque ménage dispose d'un ou de plusieurs *tanimboly* privés, situés généralement dans les fonds de vallées. Ces pratiques agroforestières servent de complément à la riziculture, mais ne s'y substituent pas. Sur les versants, on rencontre quelquefois des systèmes mixtes de *tavy*, suivis de plantations de bananiers, sans autres ligneux puisque la vocation du site reste rizicole.

Les activités dans les *tanimboly* qui nécessitent le plus de temps sont les plantations, l'entretien (sarclage et dégagement) et la récolte du café. L'entretien des *tanimboly* ainsi que la plantation et la récolte des bananes sont effectués par les hommes, tandis que la récolte de café et de fruits est également accomplie par les femmes. La récolte de fruits est saisonnière et tombe entre avril et juin, période encore chargée par la récolte de riz sur les *tavy*. La récolte du café s'étend par contre du mois d'août au mois de décembre. Les bananes peuvent être récoltées toute l'année.

Contrairement aux cultures de riz, les activités dans le *tanimboly* ne sont pas frappées par des *fady*⁶. Par contre, elles sont en concurrence avec les activités sur le *tavy* ou sur les *horaka*. La transhumance et cette concurrence entre les cultures font que les *tanimboly* sont souvent délaissés et mal entretenus pendant le cycle cultural de *tavy*.

La culture du gingembre

La culture du gingembre existe depuis longtemps dans la région de Beforona en tant que produit d'autoconsommation. Pendant les années 60, de nouvelles variétés et de nouvelles techniques ont été introduites par les immigrants *antesaka*⁷ et par les services de vulgarisation. En dehors des bananiers de versants, le gingembre représente maintenant la culture de rente la plus prisée en versant de collines. Les paysans *betsimisaraka* adoptent progressivement cette culture mais toutefois sur des surfaces restreintes, de quelques ares seulement. Le gingembre est surtout cultivé dans les terroirs villageois de l'ouest de la zone d'étude. La technique utilisée demande un grand investissement en travail, car le sol doit être complètement nettoyé et labouré à l'aide de l'*angady*. Parfois, la culture de gingembre est installée en rotation après le *tavy* (dans la *ramarasana*, jachère de six mois à un an). Souvent, le sarclage s'avère important pour éviter l'envahissement des mauvaises herbes. La récolte se fait selon les besoins en argent ou en semences puisque le gingembre peut se conserver dans la terre pendant plusieurs années.

⁶ dans certaines régions de la Côte Est de Madagascar (par exemple Brickaville) les paysans font une cérémonie de remerciement après la récolte du café (*ala vony kafe*)

⁷ les immigrants *antesaka* cultive le gingembre à grande échelle et engagent des salariés ; nous ne considérons ici que les paysans *betsimisaraka*

Le défrichement du terrain, le brûlis, le nettoyage, le labour de la terre et finalement la plantation des semences représentent les activités principales. Toutes ces activités peuvent être effectuées par l'homme ou par la femme, qui généralement travaillent à parts égales. Les travaux les plus importants sur le gingembre concernent la préparation, le sarclage et la récolte qui demande chacun entre 27 et 29% de l'ensemble du temps de travail. L'entraide familiale n'existe pratiquement pas et l'engagement de salariés est également rare.

Le calendrier des travaux ne suit pas forcément de périodes trop précises, même si la plantation est assurément dépendante du début des grandes pluies au mois de novembre. La taille des terrains destinés au gingembre dépend d'une part de l'importance attribuée à cette culture par le ménage concerné, d'autre part du potentiel de travail du ménage. La concurrence par rapport à la production de riz et aux travaux du *tanimboly* est évidemment grande.

Les cultures associées et complémentaires (maïs, manioc, patate douce, taro, canne à sucre)

Plusieurs produits de complément comme le maïs, les concombres et quelques brèdes sont plantés en association avec le riz de *tavy*. Les activités concernant ces cultures sont donc étroitement liées aux travaux sur le *tavy*. Sur les mêmes champs (*ramarasana*), des patates douces et du manioc peuvent être produits par les ménages et ils demandent moins d'entretien. Le manioc est quelquefois aussi installé sur des terrains nouvellement défrichés et brûlés, comme la canne à sucre qui reste généralement attachée aux bas de pente. La culture du taro est quant à elle complètement dépendante des terrains humides et on la retrouve dans les bas-fonds, souvent près des *tanimboly*. Il n'existe pas de *fady* de travail pour ces cultures de complément et leur calendrier suit plus ou moins les besoins de l'autoconsommation des ménages. Tous les travaux sont en principe faits par les hommes et par les femmes suivant leurs disponibilités. Pourtant, la récolte des produits de complément, qui se fait généralement par petites quantités, est souvent l'œuvre des femmes ou des enfants. La production de canne à sucre destinée à sucrer le café ou à produire de l'alcool (*toaka* et *betsa betsaka*) est par contre l'affaire des hommes. L'importance de ces produits complémentaires dans l'alimentation, en particulier la diététique de la population *betsimisaraka* est grande ; pourtant, les activités y afférant n'ont pas une forte priorité et elles sont souvent effectuées pendant les heures marginales de la journée. Pour quelques jeunes ménages spécialisés dans la production de *toaka gasy*, la production de canne à sucre peut être assimilée à une véritable culture de rente, même si le marché reste très local.

L'élevage bovin, avicole et porcin

L'élevage bovin occupe une place importante dans la vie religieuse des *Betsimisaraka* comme de toutes les ethnies malgaches. C'est un domaine strictement masculin et chaque homme a comme objectif de posséder des bœufs, par l'élevage ou par l'achat. La relation des hommes *betsimisaraka* avec les bœufs est caractérisée par une dimension de prestige et d'autorité. L'élevage de zébus est pourtant fait d'une manière extensive et ne demande pas un grand investissement en travail. Néanmoins, la présence de maladies bovines endémiques (*fascioloses dinta*) depuis plusieurs années et l'absence de services vétérinaires efficaces ont entraîné la diminution du nombre des zébus dans la région de Beforona. Les troupeaux sont gérés au niveau des familles élargies et comprennent des zébus « familiaux », hérités ou reçus lors d'un mariage, et des zébus « privés » qui ont été acquis par certains membres de la famille élargie.

L'activité principale dans l'élevage est le gardiennage du troupeau pendant la journée. Pendant la nuit, les troupeaux sont retenus dans des enclos en bambou ou dans les *tanimboly*. Le gardiennage est assuré par les garçons de moins de 10 ans ou par les hommes âgés ; avec un système de rotation entre les divers ménages propriétaires. L'utilisation des bœufs dans la production agricole, dans les *horaka* ou comme producteurs d'engrais, est restreinte entre autres parce que des *fady* sont liés au fumier et que d'autres relations « irrationnelles » rattachent les hommes aux zébus. Même si la zone d'étude n'est pas réputée pour héberger des *dahalo*, les célèbres voleurs de bœufs de Madagascar, les questions de sécurité restent tout de même centrales dans le choix d'investir ou non dans l'élevage bovin.

L'élevage de volailles est essentiellement destiné à l'autoconsommation. Cette activité est très répandue dans toute la région de Beforona et elle est gérée par les femmes. Chaque ménage possède un nombre varié de poules, de canards et parfois d'oies.

L'élevage de porcs est une activité prometteuse, introduite depuis peu d'années. Cette activité n'est effectuée que par quelques paysans qui engraisent les porcs avec des restes de végétaux, du manioc et des bananes. L'élevage de porcs est frappé par des *fady* et reste encore peu répandu dans la région de Beforona.

Les prélèvements courants ou d'appoint de ressources naturelles

Les prélèvements de produits forestiers

Les ménages ruraux utilisent régulièrement des produits forestiers pour couvrir leurs besoins courants tels que la construction des cases, leur entretien et la récolte de bois d'énergie. Les activités y afférentes sont essentiellement exécutées par les hommes et sont réalisées en forêt primaire ou dans les reboisements d'eucalyptus familiaux, les *tanimboly* et les jachères. Dans les espaces secondarisés, les espèces « clés » utilisées pour la construction des pièces légères des cases sont formées des bambous, *raphia*, *ravenala* (Razafy Fara et al., 1997) qui toutes sont en quelque sorte « domestiquées ». La coupe et la commercialisation de bois précieux sont relativement rares et restreintes aux abords du grand massif forestier. Elles représentent des activités d'appoint et se font généralement de manière illicite. La fabrication de charbon est également rare, même si quelques ménages d'immigrants se sont spécialisés en la matière et vendent leur production de charbon, d'eucalyptus et d'essences naturelles, au bord de la route nationale.

L'artisanat

Les activités artisanales sont nettement divisées entre les hommes et les femmes. Pour chaque femme, il est indispensable de maîtriser non seulement la technique de confection des chemises et des robes traditionnelles en *raphia* (*akanjobe*), mais aussi la production de nattes (*tshy*) et de paniers de toutes tailles et formes (*valizy*, *bazary*, etc.) destinées à des utilisations diverses. Quelques hommes se sont spécialisés dans la forge d'outils de travail, surtout de *antsy*. Ces produits sont destinés à la vente. D'autres hommes produisent de l'alcool (*toaka*) à base de canne à sucre et d'écorces spéciales (*rotra*). Le *toaka* est destiné à la vente au niveau local ou régional et peut générer un revenu considérable. Toutes ces activités sont surtout effectuées pendant la période de juin à octobre, entre les cycles culturels de *tavy*.

La pêche, la chasse, la collecte de produits alimentaires et l'orpaillage

La pêche est une activité réalisée surtout par les enfants et les femmes ; elle est traditionnelle chez les *Betsimisaraka*. A l'aide de divers accessoires, la pêche de petits poissons a lieu soit dans les rizières inondées, soit dans les nombreux ruisseaux, en particulier pour les écrevisses et les crabes des zones boisées. Cette activité se passe surtout vers la fin de l'après-midi et le soir. Très rare, la chasse aux sangliers représente par contre une activité effectuée en groupe, par les hommes, en général pendant les jours *fady*.

On rencontre en outre toute une palette de produits collectés dans l'alimentation des paysans *betsimisaraka*. Tandis que les hommes s'occupent de la récolte de miel en forêt, ce sont surtout les femmes qui se chargent de celle des plantes utiles courantes, alimentaires et médicinales. Ces activités suivent un rythme annuel basé sur la disponibilité des produits et le cycle des activités agricoles. Il n'existe pas de stockage de ces produits, ils sont collectés selon leurs disponibilités.

L'exploitation aurifère représente une activité concentrée sur quelques jeunes ménages de la région d'Ampasimbe et d'Antangombato. C'est dans la rivière « *Farimbony* » que l'orpaillage est possible et réalisé avec des moyens traditionnels et des techniques simples. L'orpaillage est effectué pendant toute l'année par les hommes et en fonction de l'intensité des travaux agricoles. L'or est facilement écoulé chez un grand commerçant chinois à Antangombato.

Les activités religieuses et sociales communes dans la zone de Beforona

Les activités religieuses se concentrent pendant la période de juin à novembre durant laquelle la plupart des habitants séjourne soit au village soit dans leur case de *tanimboly*. Toutes les cérémonies qui ne sont

En tenant compte de toutes les activités agricoles et non-agricoles, on observe une charge de travail importante durant toute l'année, pour les hommes et davantage pour les femmes. Les périodes de pointe se situent pendant les mois d'octobre, de novembre, de janvier, d'avril et de mai en fonction surtout du travail sur les *tavy*. En ajoutant les activités sur les *horaka* et les cultures complémentaires, nous constatons la grande importance attribuée à la production des aliments de base afin d'assurer l'autosuffisance. Les périodes de pointe sont caractérisées par une part élevée de travaux agricoles, allant jusqu'à environ 80% du temps. L'investissement en travail pour la production des cultures de rente est plus faible. Une certaine concurrence entre les activités sur le *tavy*, les *horaka*, le *tanimboly* et le gingembre est constatée d'octobre à décembre.

En ce qui concerne les activités non-agricoles et sociales, on remarque un investissement important dans la commercialisation, les cérémonies, les déplacements (surtout pour visiter la parenté), ainsi que la construction. Pendant les mois de juillet, d'août, de mai et de juin, les activités non-agricoles et sociales occupent jusqu'à 60% du temps investi. L'entraide familiale reste un facteur important. L'orpaillage, l'artisanat et l'élevage ne constituent par contre que des occupations marginales. Par rapport au salariat, peu de ménages *betsimisaraka* ont trouvé un emploi régulier qui peut atteindre une importance significative dans leur budget annuel. Les emplois journaliers proviennent surtout de l'agriculture, souvent dans les champs des immigrants ou des grands commerçants, et à un moindre degré de travaux pour l'administration comme l'entretien des infrastructures (route nationale, chemin de fer ou société d'adduction d'eau et d'électricité).

Quant à la division du travail, on constate qu'en règle générale le travail occasionné par chaque champ d'activité peut être effectué par tous les acteurs du ménage. La contribution des hommes dans les champs d'activités agricoles est légèrement plus élevée que celle des femmes, sauf en ce qui concerne le gingembre et surtout les cultures complémentaires. Les activités sociales sont par contre effectuées en commun.

Un article de Raharinjanahary et Rasoarinaivo (1998) rend compte de quelques aspects socio-économiques de la condition de vie des femmes de Fierenana, de Vakampotsy, étudiés dans ce travail, (voir chapitre 4, résultats) et d'Ambatomasina, non inclus dans ce travail mais également proche de Beforona.

Jusqu'à huit ans, l'éducation de l'enfant est indifférenciée. Passé cet âge, les filles restent avec leur mère et les garçons avec leur père. Adultes, les femmes malgaches rurales ont un rôle public effacé, cependant elles occupent une place importante au niveau de la famille et de l'économie. Par rapport au planning familial, bien qu'informés, les femmes et surtout les hommes sont encore très peu acquis à cette idée.

Sur le plan économique, la participation des femmes est énorme : mis à part quelques travaux bien précis, comme le défrichage masculin ou le repiquage féminin (sauf dans les essais d'innovations techniques), le reste des travaux des champs est fait en commun. La répartition sexuelle des tâches existe néanmoins au niveau du ménage. Comme dans la plupart des couples malgaches, les décisions sont communes et la femme gère le quotidien. Le cas échéant, elle prend la conduite des travaux des champs. Une des particularités de la condition des femmes à Beforona est que leur salaire pour des travaux journaliers est identique à celui de l'homme. En bref, la femme *betsimisaraka* vit dans une société plutôt pragmatique et équilibrée ; elle ne souffre pas particulièrement d'injustices flagrantes mais elle doit évidemment être impliquée dans les réflexions de développement (au moins) au même titre qu'un homme.

L'économie des ménages (selon Moor et Rasolofomanana, 1998)

Le revenu des ménages est dominé par la vente de produits agricoles comme la banane, le café et le gingembre, qui représentent jusqu'à 70% du revenu total. L'orpaillage, le salariat, la vente du riz et des produits d'élevage jouent un rôle secondaire. Les dépenses sont dominées par l'achat de produits de première nécessité et de riz (environ 45%), par les investissements réalisés pour l'exploitation agricole et par les dépenses liées aux cérémonies. Les bilans monétaires sont plus ou moins équilibrés avec un revenu moyen d'environ Fmg 1'200'000 et des dépenses de Fmg 1'100'000 par ménage et par an. L'épargne se fait surtout à travers l'achat de bœufs et le stockage de produits. Les dépenses mensuelles sont fortement corrélées avec les revenus, ce qui signifie que l'argent circule rapidement et qu'il n'est pas

stocké. L'activité de commercialisation peut être considérée comme une sorte de troc : l'argent obtenu par la vente d'un produit est dépensé rapidement pour l'achat d'un autre. L'écoulement des produits est assuré toute l'année mais il existe des fluctuations saisonnières des prix. Ces fluctuations offrent un potentiel de spéculation aux paysans, même si elles sont souvent plutôt perçues comme un facteur limitant.

Les activités liées à la vente de produits agricoles sont surtout l'affaire des hommes qui apportent les produits vers les points de collecte près de la RN2 ou vers les marchés de Beforona et d'Antongombato. Les ventes de certains produits comme les bananes se font presque hebdomadairement, en profitant des marchés réguliers chaque mardi et jeudi. Ces marchés hebdomadaires servent aussi de lieux de rencontre où les nouvelles et les expériences sont échangées. En outre, on constate qu'un nombre croissant de paysans et de paysannes *betsimisaraka* commence à se lancer dans le commerce surtout de riz, de bananes et de bœufs.

L'analyse des filières de commercialisation et l'évolution des prix démontrent un certain dynamisme des marchés locaux. La filière de la banane permet d'écouler actuellement entre 40 et 120 tonnes par semaine, selon les saisons. La majorité de cette production est transportée vers Antananarivo, alors qu'environ 10% restent vers Moramanga. Avec la même destination finale, la vente du gingembre est concentrée avec environ 60 à 90 t. par mois, d'août à octobre, alors que les autres mois, elle se stabilise entre 10 et 20 t. La vente de café est estimée entre 50 et 70 t/mois d'août à décembre, 60% partent à Antananarivo, alors que 40% sont destinés à l'exportation depuis Toamasina. De décembre à janvier, les 20 tonnes par mois de litchis sont destinées pour une moitié à la capitale, pour l'autre à Toamasina.

Parmi ces filières, l'exemple de la structure du prix des bananes depuis le producteur jusqu'au consommateur révèle des hausses de prix liées à leur lourdeur ou plus précisément au nombre important d'intermédiaires.

Fig. 12: Prix de vente 1997 en fonction des divers acteurs de la filière banane

Acteurs :	Producteur	Petit collecteur	Grand collecteur	Transporteur	Grossiste à Tana	Intermédiaire	Détaillant
Prix : Fmg par kg	200	225	500	600	700	800	1'000

Source: Andriamihaja (1998).

Pour tenter d'augmenter leurs revenus, certains paysans essaient d'éviter la vente aux collecteurs et de chercher des pistes plus directes jusqu'aux consommateurs. Ainsi, la vente directe de produits agricoles aux passants, le long de la RN2, a commencé depuis peu de prendre de l'ampleur pour les paysans locaux, alors que le commerce était monopolisé par les immigrants *antesaka*. Près d'Antongombato ou au croisement de la piste de Fierenana avec la RN2, des femmes *betsimisaraka* se sont installées en permanence au bord de la route pour monter non seulement une petite épicerie, mais surtout pour faire la collecte des produits de rente de leurs familles et organiser le transport vers les centres de consommation. Dans le terroir d'Ambatomasina, quelques paysans ont créé une association pour collecter leurs produits de rente et les transporter jusqu'aux centres de consommation. Les filières actuelles dans la région d'étude sont donc soumises à des changements qui pourraient s'avérer bénéfiques pour la population rurale autochtone.

2.4.5 Les conditions environnementales de la falaise Est et la région de Beforona

Relief, géologie, climat et généralités des sols

Les limites du domaine oriental (voir carte 3) sont déterminées par le climat tropical humide et la végétation qui y est liée. Il s'étend sur 1'200 km de Tolagnaro (Fort-Dauphin) au Sud et longe la côte Est jusqu'à Antalaha sur une largeur d'environ 100km.

Appartenant géologiquement au socle précambrien métamorphisé de Madagascar, la zone se divise en deux grands types de relief: le littoral avec des alluvions sableux et la falaise avec des gneiss profondément altérés. Ce socle a été divisé en trois systèmes basés principalement sur la répartition des

minéraux utiles ; deux d'entre eux se rencontrent sur la côte Est : le *système du Graphite*, très complexe mais caractérisé par une forte présence de gneiss à graphite, et le *système du Vohibory*, caractérisé par l'importance de formations basiques volcaniques métamorphisées. De la bordure est des Hautes Terres, le relief tombe de 1500-2000m en un ou deux escarpements jusqu'au niveau de la mer. Ce macro-relief est accompagné d'un micro-relief incisé avec des fortes pentes et peu de bas-fonds.

La falaise Est peut être différenciée, selon Le Bourdieu (1974), en trois étages qui se succèdent de l'ouest vers l'est et qui sont presque parallèles dans la direction nord-sud:

- Le **gradin supérieur** : situé le plus à l'ouest à une altitude de 800 à 1300m, cet étage est composé des chaînes de montagnes principalement couvertes par la forêt primaire.
- Le **palier intermédiaire** : aussi appelé collines *betsimisaraka*, c'est l'étage qui s'étend entre 300 et 700m d'altitude. Sur un relief typiquement polyédrique avec des pentes fortes et des vallées étroites, il est actuellement couvert par différentes formations de végétation secondaire.
- Les **basses collines** : convexes, elles se situent entre 50 et 300m d'altitude. Cette zone est composée de collines arrondies, de vallées plus ouvertes et de pentes moins fortes que les deux autres zones. Ayant la durée d'utilisation la plus longue, les sols des crêtes sont souvent dégradés et couverts d'une végétation herbacée, alors que dans les vallées, les formations arbustives persistent.

Ce macro-relief forme une barrière orographique qui force les masses d'air chaudes et humides des alizés du sud-est à monter, ce qui entraîne des précipitations. Elles varient entre 2500 et 3500mm par an, sans saison sèche, avec une culmination des précipitations de décembre à mars. La température moyenne au niveau de la mer est de 23-25°C et l'humidité de l'air est généralement supérieure à 90%.

Brand (1998) a étudié les aspects climatiques principaux de la région de Beforona. Les précipitations augmentent avec l'altitude jusqu'à la première grande ligne de crête, située à environ 1000-1200m d'altitude. La baisse de température également liée à l'altitude provoque une transition climatique du type perhumide chaud à perhumide tempéré vers 800m. Les conditions de crête sont en général plus sèches et chaudes qu'en vallée, phénomène qui se fait d'autant plus sentir si la végétation est dégradée. Sur le plan agricole, les conditions sont en général favorables sauf sur trois points importants : les risques cycloniques et l'érosion due à de violentes précipitations, les risques de brèves périodes de sécheresse de septembre à novembre et la difficulté à travailler par des temps lourds, avec des orages fréquents et un terrain souvent boueux.

Ces risques d'érosion sont bien réels pendant la saison des pluies, en particulier lors d'événements extraordinaires. Selon le travail de Randrianarisoa (1996), en fonction de la stratigraphie géologique, des capacités de drainage et de rétention des sols et du couvert végétal, les cyclones peuvent entraîner de nombreux glissements en nappe, en particulier si de bonnes capacités d'infiltration permettent une sorte de liquéfaction du sol, ou des ravins sur les champs labourés. Les éboulements se concentrent sur les zones récemment défrichées, raides et peu dégradées, sous des couverts de jachères denses et d'agroforêts. Après les cyclones, les bas-fonds et leurs aménagements en terrasse présentent également d'importants dégâts (Brand et al., 1997). Il n'existe quasiment pas de solutions techniques à ces problèmes et la flexibilité du système agricole en place semble être un signe d'adaptation.

Les pluies régulières et d'intensité moyenne provoquent un ruissellement superficiel inversement proportionnel à la capacité d'infiltration, ce qui rend le travail du sol et les périodes de mise à nu des parcelles de culture toujours risquées. Les champs de culture sur brûlis semblent relativement bien adaptés aux risques cycloniques et leur période d'installation entraîne des pertes de terre qui restent également plus faibles que sur des sols labourés de manioc et de gingembre. Cette dernière culture est particulièrement sensible à l'érosion puisque les parties aériennes de la culture ne permettent jamais de couvrir le sol de manière satisfaisante (144 t/ha, environ 10 fois plus que le riz pluvial).

Le comportement hydrologique d'un bassin versant peut être considéré comme un indicateur intégrant l'état des ressources végétation et sol, de même que la pluviométrie dans un bassin versant. A ce niveau, l'hypothèse affirmant que l'érosion est la principale responsable de l'appauvrissement en nutriments des sols est remise en question. Il est apparu en effet que le lessivage des nutriments est plus important dans l'exportation des éléments libérés par le brûlis (cf. Brand et Rakotovo, 1997).

La comparaison entre les mesures en savane, à Salampinga, en jachères à Beforona et en forêt (figure 13) confirme le constat des conditions climatiques plus humides (plus de pluie, moins d'évapotranspiration) avec l'altitude. L'influence de la couverture végétale et de la qualité des sols se montrent dans les taux de ruissellement bien distincts. Les sols poreux de bassin versant forestier permettent de drainer 18.4 % des pluies sous forme de drainage « subsurfaciel » (*interflow*) dans un délai de 12 à 24 heures après la pluie. Les sols compacts du bassin versant dégradé de Salampinga drainent de cette façon seulement 15.4 %.

L'écoulement de crues, composées du ruissellement et de l'*interflow*, est semblable avec 20-21% des pluies. L'écoulement de base, qui est un bon indicateur pour le stock d'eau dans le sol est plus faible de 17% à Salampinga par rapport à Vohidrazana. Malgré la dégradation frappante des collines à Salampinga, les bonnes conditions écologiques des vallées semblent tamponner le comportement hydrologique. Au niveau des charges sédimentaires, les résultats sont relativement semblables. Vu qu'une part importante des sédiments doit provenir des surfaces de culture sur brûlis, l'explication provient peut-être du fait que les champs de bas de pente des deux bassins versants ont occasionné les mêmes pertes et que les forêts du bassin versant forestier, étant donné qu'elles sont cantonnées aux hauts de versants, n'ont pas pu jouer un rôle de protection efficace.

Fig. 13 : Erosion saisonnière sur parcelles de mesures, 1994/95, 1995/96

	Forêt		Savane		Jachère mûre	Riz pluvial	Gingembre	Jachère après riz	Jachère après ging.	
	P (mm)	S (t/ha)	P (mm)	S (t/ha)						
1994/95	3267	0,01	2789	0,87	3111	0,37	14,6	144,0	-	-
1995/96	2845	0,04	2809	0,55	2827	0,62	-	-	5,3	10,3

Source : Brand et Rakotovao, 1997.

Si l'on observe les phénomènes d'érosion à une échelle plus petite, celle de la parcelle, il apparaît que sous riz pluvial, l'érosion est plus faible que supposée si on tient compte de la période de jachère (moyenne de l'ensemble du cycle). La culture labourée du gingembre a par contre des effets dramatiques et, compte tenu de la durée de jachère souvent plus courte, elle entraîne une perte en terre 10 fois plus importante que la culture du riz pluvial.

L'érosion dépend pourtant surtout de l'apparition d'événements cycloniques pouvant causer, dans les cas extrêmes, une érosion s'approchant des taux annuels. Il s'agit en fait d'adapter les mesures de conservation du sol aux pluies de plus de 150 mm et de les appliquer en priorité au gingembre.

La zone orientale est dominée par des sols ferrallitiques typiques ou oxisols influencés par le climat, les schistes cristallins et les roches granitoïdes (Benoit de Coignac et al., 1973). Posés sur une couche dans laquelle la plupart des réserves minéralogiques sont altérées, ces sols sont acides et pauvres en nutriments. Sous une végétation forestière capable de recycler les nutriments dans un cycle presque fermé, les sols présentent des qualités physiques excellentes. Après les utilisations agricoles, les nutriments de ces sols sont vite lessivés et la structure compactée. Ainsi, à la classification pédogénétique des sols se superpose une nouvelle différenciation pour laquelle la végétation est un bon indicateur. La relation sol-végétation sera également traitée plus en détail dans le chapitre résultat.

Bases de références floristiques

Les chercheurs du *Missouri Botanical Garden* entreprennent de nombreuses et récentes investigations dans le cadre de leur projet « *The Conspectus of the Vascular Plants of Madagascar* » avec l'appui du Laboratoire de Phanérogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza et du Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural. Ils tentent de récolter, répertorier et enregistrer un maximum de plantes vasculaires qui sont ensuite accessibles par internet. Leurs recherches ont notamment abouti à des conclusions intéressantes relatives aux liaisons phytogéographiques possibles de la flore malgache (Schatz, 1996). Une composante du projet EPB, du Fonds National Suisse pour la Recherche Scientifique, a également entrepris des études botaniques et des analyses de la succession végétale en jachère.

Les types de forêts originelles

La végétation climacique de la région orientale (hors littoral) est une forêt dense humide sempervirente, dont la composition et la structure se modifient avec l'altitude en une forêt dense humide de montagne et, depuis 1300 m, en une forêt dense sclérophylle qui apparaît sur les sommets orientaux avant de laisser place sur les quelques montagnes élevées à un fourré montagnard connu également sous le nom de sylve à lichens.

Koechlin et al. (1997) ont placé la zone d'étude dans le secteur de l'Est moyen ; ils en estiment le taux d'endémisme spécifique à 89%. En moyenne altitude, il décrit les forêts comme des forêts denses humides sempervirentes à sous-bois herbacé, série à *Tambourissa* et *Weinmannia*. Outre ces deux genres, on trouve dans la strate supérieure des *Symphonia*, *Dalbergia* (genre du palissandre), *Diospyros* (genre de l'ébène), *Canarium*, *Vernonia*, *Eugenia* et *Protorhus*. La futaie atteint 20 à 25 mètres et ne comporte que peu d'émergents. Avec l'altitude croissante, les hauteurs diminuent et la forme des troncs devient plus sinueuse. Certains signes d'adaptation à une plus grande sécheresse, notamment due à une forte exposition aux vents, et une hauteur d'arbres plus basse que la moyenne, indiquent dans ces peuplements montagnards la présence de forêts de crête, de formations qui s'apparentent plus à la forêt dense sclérophylle et dont les sols sont recouverts d'un tapis de bryophytes et de lichens. Outre les lichens et les fougères arborescentes, caractéristiques des forêts de cette région, Razakanirina (1986) a mis en exergue la forte présence d'autres familles primitives comme les *Euphorbiaceae*, les *Lauraceae* et les *Monimiaceae*.

Dans les strates inférieures, on rencontre des fougères arborescentes (*Cyathea spp.*), des *Pandanus*, des palmiers nains, des *Croton* et des *Oncostemon*. Les lianes et arbustes lianescents sont abondants en sous-bois, en particulier des *Rubiaceae*. Les épiphytes se composent de fougères, d'orchidées et de représentants des *Melastomataceae*. Les lichens sont déjà présents et prendront une importance croissante avec l'altitude.

La faune

Symbole d'une facette de l'attrait écotouristique de Madagascar, les lémurien et les caméléons ont un taux d'endémisme de 100% au niveau spécifique, c'est-à-dire que ces espèces représentent toutes une originalité de l'île. Il est pourtant erroné de croire que les lémurien, ces « pré-singes », n'ont vécu ou ne subsistent qu'à Madagascar puisqu'on a retrouvé des restes de fossiles de cette espèce jusqu'en Europe et en Amérique du Nord, et que quelques espèces se trouvent en Afrique et en Inde (Desmots, 1999). L'isolation, la surface et la diversité de l'île ont permis à Madagascar d'y permettre le développement du plus grand nombre d'espèces.

On estime que 25 à 30% des espèces de lémurien de l'île ont disparu, sous l'influence de la chasse mais surtout de la disparition des habitats et de la fragmentation des massifs forestiers (voir entre autres Bradt et al., 1996). Whitcomb et al. (1981), cité par Langrand et Wilmé (1997) qui ont travaillé sur les effets de la fragmentation sur l'avifaune dans une réserve des Hauts-Plateaux, distingue quatre caractéristiques générales de l'habitat qui conditionnent l'expansion ou le déclin des espèces d'oiseaux, que l'on peut probablement extrapoler à d'autres espèces animales : la quantité, l'isolation, la qualité et l'hétérogénéité de l'habitat. La déforestation concentre actuellement la biodiversité dans certaines réserves naturelles. Sur la falaise orientale, seules les espèces les plus courantes et indépendantes des grands massifs forestiers subsistent dans les zones cultivées et la chasse ne forme plus qu'une occupation secondaire et dépendante du hasard de rencontrer un petit mammifère dans une jachère dense.

Dans la zone d'étude, les caractéristiques de l'habitat changent radicalement si on compare le massif forestier de Vohidrazana aux terroirs agraires étudiés, puisque la déforestation y a été quasiment totale. On pourrait comparer la faune du massif à celle qu'on rencontre dans la proche réserve spéciale d'Analamazaotra d'Andasibe/Périnet et le Parc Mantadia qui représentent sans conteste une des forêts les plus visitées de Madagascar. En effet, les cris plaintifs de l'*Indri indri* ou *babakoto* résonnent régulièrement aux abords du massif et les cultivateurs de *tavy* en forêt y sont habitués puisqu'on les entend jusqu'à 2-3 kilomètres. Aux limites de Bemanasy, on a même pu rencontrer le propitèque à diadème (*Propithecus diademus* ou *simpona*) en lisière de *tavy*, espèce difficile à observer même à Mantadia (Bradt et al., 1996). On peut donc probablement s'attendre à retrouver dans ce massif les mêmes espèces que celles qu'on cite pour Andasibe : le très commun lémurien brun (*Eulemur fulvus*), le

lémurien à collier (*Varecia variegata*), le lémurien gris des bambous (*Hapalemur griseus*), le lémurien laineux de l'Est (*Avahi occidentalis*) et les plus petits microcèbes nocturnes (*Microcebus rufus*). Parmi les mammifères, les tenrecs striés (*Hemicentetes spinosus*) et les rats bruns des forêts (*Nesomys rufus*) se rencontrent également dans la zone forestière alors que les vieux villageois étaient reconnus pour leur habileté dans la chasse au sanglier.

Sur le plan de l'avifaune, on dénombre à Madagascar une quantité relativement limitée d'environ 265 espèces (52,2% d'endémisme spécifique) dont 165 nichent dans le domaine oriental. De manière générale et dans la côte Est en particulier, les espèces endémiques sont majoritairement forestières (36 sur 41 endémiques au domaine, Langrand, 1995), ce qui implique un impact élevé des défrichements sur les colonies. Parmi les oiseaux endémiques régulièrement cités pour la région orientale (Bradt et al., 1996 ; Langrand, 1995), certains sont directement liés aux forêts intactes, comme le mésite unicolore (*Mesitornis unicolor*) et le rollier terrestre leptosome (*Brachypteracias leptosomus*), alors que les autres peuvent être observés dans les espaces limitrophes secondaires si la densité de la végétation est suffisante : les couas bleus et de Reynaud (*Coua coerulea* et *C. reynaudii*), le vanga à queue rousse (*Calicalus madagascariensis*), l'artamie azurée (*Cyanolanius madagascarinus*), le rollier terrestre pittoïde (*Atelornis pittoïdes*), le courol (*Leptosomus discolor*), l'engoulevent à collier (*Caprimulgus enarratus*), le tyias (*Tylas eduardi*), la philépitte veloutée (*Philepitta castanea*) et même l'ibis huppé de Madagascar (*Lophotibis cristata*) mais ce dernier est menacé par les piégages. Si le domaine de l'Est est le plus touché par la déforestation en dehors des aires protégées, Langrand (1995) considère tout de même que le système de réserves en place est favorable mais que les espèces liées aux milieux lacustres sont menacées et qu'il s'agit encore d'analyser les moyens de conserver les grands massifs (dont Vohidrazana fait partie) ou au moins de maintenir des possibilités de lier les réserves entre elles par la conservation de forêts non classées.

Les reptiles et les amphibiens malgaches présentent un taux d'endémisme encore plus fort avec respectivement 93 et 99% (Glaw et Vences, 1994). Les genres endémiques *Chamaleo* et *Brookesia* (des caméléons) et les uroplates (*Uroplatus*) sont recherchés par les connaisseurs et visiteurs. Reptiles et amphibiens sont néanmoins également menacés par la destruction de leur habitat et par un trafic illicite d'espèces. En 1991, les douanes allemandes interceptaient en provenance de Madagascar 32 boas et 18 tortues qui devaient être vendues sur le marché des animaux domestiques. Les caméléons et les grenouilles bigarrées, dont plusieurs espèces de *Mantella*, présentent les mêmes intérêts économiques. Sans connaître précisément leur attachement à un couvert forestier intact, il est probable que, comme les oiseaux, la majorité des espèces supportent les zones secondaires limitrophes (nous avons observé un boa de Madagascar perché dans une case de *tavy* abandonnée, donc dans un milieu ouvert) mais ne peuvent pas survivre dans les zones typiquement agricoles.

Les données du problème de la conservation de cette faune exceptionnelle sont donc claires : la forêt intacte, et dans une moindre mesure les espaces secondarisés limitrophes, sont essentiels. Il n'existe que peu d'options d'aménagement ou de gestion qui permettent de limiter les disparitions d'une autre manière que par la conservation des habitats. Seules les exploitations de produits forestiers qui ne détruisent pas le couvert, une gestion très extensive des zones secondaires situées en périphérie de forêts et certains élevages pour les espèces commerciales pourraient être envisagés dans le sens d'une gestion active. Pour le reste, ce sont principalement des mesures directes de mises en réserve et d'appui à la production en zone périphérique des massifs boisés qui soient à même d'entraîner des effets significatifs.

La chasse traditionnelle ne semble mettre en danger des espèces que ponctuellement. Les habitants de la zone d'étude citent comme produits de chasse les espèces communes, même dans les zones cultivées (tenrecs), ou ils se concentrent plutôt sur des produits de pêche comme les écrevisses, les crabes de rivière ou les anguilles qui sont appréciés (cf. Razafy Fara, 1999). A l'exception de ces produits et des ravageurs du riz ou d'autres cultures (rats, *Heteromyschus plebeius*), la faune est faiblement représentée dans les zones et ne joue plus un rôle majeur dans la vie rurale.

3. Méthodologie

Pour que les acteurs de développement puissent mieux répondre aux besoins de la population rurale, ce travail a comme objectif de leur mettre à disposition des informations de terrain précises qui pourraient faciliter un changement des stratégies actuelles de gestion des ressources naturelles, et les rendre plus durablement productives. Ces changements sont évidemment conditionnés par la perception paysanne de leur environnement général et de son évolution.

Le processus social d'évolution des stratégies (partiellement communautaires) de gestion nécessite un système d'actualisation régulier que les paysans devraient maîtriser, mais pour lequel ils pourraient être appuyés par des entités externes. Les acteurs paysans sont en tous les cas influencés par l'Etat et l'administration à travers leurs systèmes de valeur, comme ils sont également dépendants d'opérateurs externes pour les questions de marché, de santé voire d'éducation. Le présent travail s'est concentré sur le fonctionnement du système agraire au niveau du terroir, en s'attachant en particulier à décrire la gestion des ressources naturelles et à analyser les impacts du *tavy*, l'utilisation de l'espace et la volonté des acteurs de changer de stratégies, surtout pour ce qui concerne la gestion des ressources végétales et l'aménagement.

Selon les thèmes abordés, différentes méthodes de prises de données ont été utilisées : des *relevés floristiques* et des *analyses chimiques des nutriments* du sol et de la végétation des jachères ont abouti aux résultats phytosociologiques et écologiques (chapitre 3.1) ; des *enquêtes* ont servi à déterminer le rôle des espaces du terroir et les cultures et plantes naturelles qu'on y utilise (chapitre 3.2) ; des *relevés de végétation par échantillonnage* ont permis de décrire la composition des agro-forêts et des forêts relictuelles (chapitre 3.3, cf. Ranjatson, 1998 et Razafimahatratra, 1998) alors que des *cartographies de terrain* ont permis de dresser des cartes de répartition des propriétés et du couvert végétal (chapitre 3.4 ; voir encadré fig. 14).

Comme on l'a vu dans le chapitre introduction (cf. chap. 1.4, y compris une carte), trois terroirs agraires ont servi de base à l'ensemble des recherches. Il s'agit du terroir d'Ambohimarina (villages de Bemanasy et Ambodiaviavy), en limite de massif forestier, du terroir intermédiaire de Fierenana (villages de Fierenana et Vakampotsy) et enfin du terroir dégradé de Salampinga (villages de Salampinga et Ambohimiadana). La connaissance de l'historique de déforestation de la région (cf. chap. 2 : état des recherches) permet de tirer de la comparaison de ces trois terroirs des conclusions sur la dynamique évolutive de l'agro-écosystème en fonction de la durée d'exploitation des terres et du degré de dégradation correspondant. Le travail traitera aussi des conditions dynamiques écologiques et spatiales par le biais d'analyses synchrones de stades de régénération ou de dégradation différents.

Fig. 14: Rappel de la démarche et énumération des thèmes des sous-chapitres 3.1 à 3.6

Principes de base de l'approche:

Approche systémique (considération du système sol-végétation en jachère et du système agraire au sens large au niveau du terroir), *transdisciplinarité* (collaboration directe notamment entre sociologues et naturalistes, avec une variante Nord-Sud), *participation rurale* (prise de données, résidence régulière chez l'habitant et débats continus, restitution des résultats et débat final).

Méthodes de prise de données

Pour l'analyse de l'évolution et du rôle écologique des jachères dans la rotation à court ou long terme du tavy :

Relevés stationnels : flore complète sur une surface minimale (déterminations dans un herbier de référence), minéralomasse sur une surface définie, relevés pédologiques sur le même site (analyses de laboratoire) et facteurs de station (altitude, relief, exposition, etc.). Cf. chap. 3.1.

Analyses phytosociologiques et des correspondances écologiques *multivariées*. Cf. chap. 3.6 (mise en valeur des résultats).

Pour l'inventaire des ressources végétales naturelles utilisées en fonction des types d'espaces et des terroirs :

Enquêtes de ménages semi-structurées (et quelques récoltes de végétation complémentaires aux connaissances des jachères). Cf. chap. 3.2.

Pour l'analyse de la gestion des zones boisées du terroir agraire (reboisements, forêts et agro-forêts) :

Inventaires des ressources par échantillonnage et *enquêtes* semi-structurées. Cf. chap. 3.3.

Pour l'analyse de la distribution spatiale des ressources, l'accès aux terres et le système agraire traditionnel :

Cartographie de terroir sur la base d'une carte vierge avec courbes de niveau et d'une photo aérienne (cf. chap. 3.4).

Enquêtes non-structurées.

Pour l'analyse des priorités paysannes par rapport à l'ensemble du système agraire, aux possibilités de gestion améliorée et d'aménagement :

Enquêtes semi-structurées et entretiens réguliers selon les opportunités (aides ou guides lors des relevés, ménages qui nous hébergeaient), *analyse de sensibilité* (cf. chap. 5.4), *discussions de groupe* sur panneaux, notamment lors de la *restitution* (cf. chap. 3.5).

3.1 Les relevés en jachères

Au début de ce travail, certains relevés écologiques avaient déjà été effectués en jachères par l'équipe du projet Terre-Tany (antérieure au projet BEMA). Comme l'analyse floristique s'appuie sur l'ensemble des relevés qui ont été faits, il est important de connaître la source des données. La figure 15 présente les types de relevés effectués, les responsables de ceux-ci et le caractère des données qui leur sont rattachées. La disponibilité d'un inventaire floristique représente leur point commun mais ils proviennent de plusieurs démarches de recherche, ce qui implique une certaine diversité également dans la somme des facteurs de station à disposition. Certains relevés comportent uniquement des informations floristiques, d'autres comprennent des analyses de sol, de minéralomasse, et pour 6 d'entre eux, de biomasse racinaire. Une partie de ces relevés découle d'un programme de monitoring de BEMA et représente donc des relevés successifs sur une même parcelle.

Fig. 15 : Énumération de l'ensemble des relevés utilisés, des auteurs et encadreurs des travaux

Récapitulation des relevés de BEMA et TT (Terre-Tany)	Nombre de relevés	Analyses : Flore Sol Minéralom.
Abréviations des auteurs : Vo : Vololonirainy, JB : Jürg Brand, GL : Gudrun Lettmayer, NR : Natanaela Rakotondranaly, JL : Jean-Laurent Pfund, SR : Samoela Rakotonarivo, NII : Nicolas Ramaka, AL : Ariane Leyvraz, VR : Verosoa Razafintsalama, LR : Liva Ravoavy, MR : Mamitiana Rakotozafy, WLR : Wilfred Lambo Rakotovoao, PM : Pete Messerli		
« Sites succession »: DEA Vo, encadrement: Uni Géo /TT, JB	15	F
« Sites »: JB, GL, NR, etc. /TT	19	FS
Inventaires floristiques « jachères agricoles »: JL, SR /BEMA	52	F
Inventaires floristiques « vieilles jachères »: JL, SR /BEMA	17	F
« Nouveaux sites ¹ »: NR, JL, SR (NII, AL), /TT/BEMA	47	FSM
Sites micro-bassins versants: DEA VR, appui LR, SR, encadrement: Uni ScNat/TT/BEMA, JL	26	FS
Sites nouveaux tavy ² : DEA LR, encadrement: Uni ScNat/BEMA, JL	11	FS
Sites nouveaux tavy à la récolte ⁽²⁾ : LR, JL /BEMA	10	FSM
Sites biomasse*: DEA MR, encadrement: ESSA/EPFZ/BEMA, JL	6	FS
Parcelles d'érosion: DEA WLR, encadrement: Uni Géol/BEMA, JB	3	FS
Sites nouveaux tavy 1 an après récolte ⁽²⁾ : LR, SR /BEMA, JL	12	FSM
Sites nouveaux tavy 2 ans ⁽²⁾ : LR, SR /BEMA, JL	11	FSM
Nouveaux sites après 1 an ⁽¹⁾ : LR, SR, JL BEMA	18	FSM
Relevés pour essais de PM : LR, SR /BEMA	5	F
TOTAL des relevés floristiques	252	F
TOTAL des relevés sol-végétation	163	FS
TOTAL relevés sol-végétation et minéralomasse de la végétation	98	FSM

¹Une partie de ces sites a servi au monitoring de jachères en pleine croissance.

²Sites qui ont servi au monitoring du développement sol-végétation pendant et après la culture.

*6 sites avec mesures de biomasse racinaire.

Tous les relevés floristiques ont pu être analysés du point de vue phytosociologique, alors que, en raison de données partiellement manquantes, seuls 161 relevés sur les 163 disponibles ont permis des comparaisons sol-végétation (FS dans la figure 15), et 84 sur 98 ont servi aux analyses de correspondance des nutriments contenus dans le sol et stockés dans la végétation (FSM).

3.1.1 Choix des stations (des sites) et des paramètres à relever

L'équipe du projet Terre-Tany avait pour but partiel d'étudier les cycles de nutriments dans le cadre de la culture sur brûlis. Avant d'en arriver aux analyses de cycle, Vololonirainy (1995) a étudié la succession floristique en jachère à l'aide de photographies aériennes et de 13 relevés floristiques de terrain déterminés sur la base des images. Prenant les formations végétales dominantes comme critère de choix des sites, l'équipe de Terre-Tany a ensuite entrepris des mesures de caractérisation pédologique pour chacune des formations pré-définies à l'aide de 23 nouveaux relevés comprenant, outre un inventaire de la flore, des mesures physiques du sol (infiltration et texture) et des analyses chimiques des 20 premiers cm du sol (éléments C, N, P, K, Ca, Mg).

C'est à la suite de ces travaux que cette thèse a débuté. Trois critères de différenciation principaux ont été déterminés pour analyser le processus de succession floristique : l'âge de la jachère, le relief et le type de sol. Les premiers relevés floristiques (47) réalisés par l'équipe végétation de BEMA (Samoela Rakotonarivo et moi-même) devaient avant tout permettre une distinction plus fine des formations de Vololonirainy en fonction du relief et de l'âge des jachères, ce qui n'était pas encore possible avec le nombre de relevés et les informations à disposition.

Une fois la succession floristique mieux connue, c'est l'analyse des flux de nutriments qui permettait de mieux saisir la succession des jachères sous l'angle de l'évolution de la fertilité ou celui du potentiel des stations. Pour ce faire, une valeur explicative importante manquait à la banque de données existantes : la « minéralomasse » ou le contenu en nutriments de la végétation. Cette minéralomasse pouvait être évaluée sur la base d'une mesure de biomasse et d'une analyse consécutive des concentrations en nutriments de cette végétation. De nouveaux relevés, incluant la minéralomasse, furent entrepris avec la condition qu'ils puissent être comparés aux relevés existants. Comme la composition floristique, le relief et l'âge étaient connus pour tous les sites, ce sont eux qui ont été utilisés dans les généralisations.

Puisque le temps imparti était trop court pour observer sur un même site les changements temporels de la végétation, l'échantillonnage s'est appuyé sur la comparaison de plusieurs sites d'âges différents (procédé connu sous le nom de « space-for-time substitution », cf. Pickett, 1989). L'âge s'était révélé comme le facteur le plus délicat à déterminer avec précision, c'est ce facteur qui a dirigé la recherche des stations à relever : chaque station a été choisie avec le dernier cultivateur du site afin de relever avec sécurité les dates de culture et de récolte passées. Tant pour les relevés floristiques que pour ces derniers relevés, incluant la minéralomasse, l'historique cultural a été discuté avec le paysan et les parcelles d'un âge déterminé ont été visitées en sa présence. Une fois sur place, et ce fut peut-être l'étape décisive du travail, un espace de relevés à conditions écologiques homogènes a été choisi. Les critères de choix furent :

- une dernière mise en culture annuelle de riz pluvial, sans culture postérieure de gingembre par exemple mais sans restriction par rapport aux cultures complémentaires (maïs, concombres parsemés) ;
- une composition floristique stable ;
- un relief typique (bas-fonds, plaine, bas de pente, versant, crête secondaire ou principale) ;
- une surface homogène suffisante (env. 24 m²) pour y réaliser un relevé.

Puisqu'ils ont été indiqués directement par le cultivateur, l'ensemble de ces relevés provient du cœur du système de production, soit de jachères cultivées par culture sur brûlis et appelées à être à nouveau cultivées. Les conditions antérieures à la dernière culture (nombre de cultures passées, durées des jachères précédentes, éventuelles rotations des cultures, etc.), mal connues, ont rendu une interprétation des origines de la succession difficile à exprimer pour chaque site. Ces conditions ne peuvent être connues que pour les champs issus des premières mises en culture, en zone post-forestière. Rakotozafy (1996) a exploité cette particularité et a mesuré la succession de la biomasse des jachères après les six premières cultures.

L'ensemble de ces relevés permet de décrire les conditions actuelles des jachères cultivées dans la région d'étude. Pourtant, même si la succession régressive a rapidement été reconnue, les causes devaient être mieux comprises. Partant de l'hypothèse qu'elle était fortement liée aux pertes de nutriments lors du brûlis puis de la mise en culture, 11 sites ont été minutieusement suivis pendant le cycle de mise en culture, par des relevés complets de la jachère précédant la culture, des cendres et du sol lors de la

plantation et enfin des conditions à la récolte puis dans la jachère suivante ; c'est le thème du premier monitoring.

Pour étendre la validité de l'analyse à l'ensemble des formations végétales naturelles, des relevés floristiques ont été de surcroît menés dans les rares vieilles jachères (plus de 10 ans) présentes dans la région d'étude. Un travail plus marginal a été entrepris par le projet Terre-Tany : il avait pour but de cerner la notion paysanne de fertilité et comprenait des relevés de végétation dans de petites zones (micro bassin versants) pour décrire le type de plantes indicatrices utilisées par les paysans.

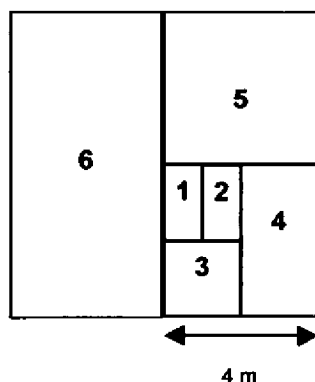
Comme les analyses de succession ne s'appuyaient par manque de temps que sur des observations synchrones de stades évolutifs différents (comparaison des jachères de 1 à environ 5 ans sur des reliefs comparables), un monitoring s'avérait nécessaire sur des placettes permanentes afin de confirmer les comparaisons des premières analyses. Ce monitoring a débuté par le suivi de 11 sites mis en culture, puis par le suivi des parcelles de minéralomasse puisque ces derniers types de relevé recelaient les informations écologiques les plus complètes.

3.1.2 Méthodes de relevés de terrain

Relevés floristiques et déterminations botaniques

Les relevés phytosociologiques se butent toujours au problème de la surface représentative de l'association à décrire. Les études de Vololonirainy (1995) avaient abouti à une aire minimale de 16 à 24 m². Cette surface de 16 m² a été déterminée comme le minimum absolu des relevés qui ont suivi. Néanmoins, comme ces derniers devaient certainement être entrepris dans des formations inconnues par Vololonirainy, une adaptation de l'aire minimale à la formation en présence a été prévue, par la méthode du doublement de l'aire de relevé.

Fig. 16 : Doublement des surfaces de relevé



La méthode du doublement de l'aire minimale a été régulièrement citée : Cain et al. (1956), Gounot (1969) et Fischer (1995) tiennent compte de la relation entre l'augmentation du nombre d'espèces et l'augmentation de la surface relevée. Dans le cas de relevés effectués en jachères, la végétation d'âge identique est bien sûr cantonnée sur la surface cultivée lors du dernier brûlis, variant de 0,5 à 1 ha. C'est à l'intérieur de cette surface que les conditions d'homogénéité de la station devaient être déterminées. Une fois une portion homogène (surtout au niveau du relief) définie, le relevé est parti de son centre sur une surface de 2 m². Cette surface de départ a été doublée plusieurs fois (au minimum 3 fois) jusqu'à ce que moins de 5 espèces nouvelles n'apparaissent dans la nouvelle surface relevée. Les doublements de surface ont été placés de la manière la plus concentrique possible pour éviter les risques d'inventorier une formation marginale (Fig. 16).

Si, malgré le choix d'une zone homogène, la végétation à inventorier après doublement se différenciait trop nettement de la formation de départ, le doublement pouvait être fractionné en surfaces disjointes si elles s'apparentaient mieux au type de végétation initial. Au cas où tous les alentours portaient un autre type de végétation, le relevé était considéré comme achevé.

Au début de l'inventaire, les hauteurs des strates de la formation ont été notées. Toutes les espèces de la première surface ont été récoltées et indexées. L'index comprenait le numéro du relevé, celui de l'espèce dans ce relevé et le nom vernaculaire ; il a été scotché à la base de l'échantillon (scotch de menuisier). Si un spécimen n'était pas en fleurs ou ne disposait pas de fruits, un échantillon avec un appareil reproducteur était recherché dans les environs, en s'assurant bien de la bonne correspondance des espèces. Au fur et à mesure des doublements de surfaces inventoriées, leurs bords ont été délimités par une ficelle de couleur voyante. Dans les parcelles suivant les 2m² de départ, seules les nouvelles espèces ont été récoltées selon le même principe. En fin de relevé, le taux de recouvrement de chaque espèce a été évalué à l'aide des indices de Braun-Blanquet (cf. entre autres Fischer, 1995).

Les espèces ont été placées dans un sachet en plastique pour leur conservation jusqu'au soir (cf. Letouzey, 1969). A la fin de la journée, chaque espèce a été placée dans des feuillets de journaux jusqu'au séchage complet de l'échantillon. Un séchoir artisanal a été fabriqué mais il n'a été que peu utilisé en raison de difficultés à maîtriser les flammes et surtout de difficultés de suivi des échantillons.

Une fois les échantillons séchés, ils ont été comparés aux spécimens des herbiers de référence du DRFP/FOFIFA d'Ambatobe (TAN) pour les échantillons ligneux et du jardin de Tsimbazaza (PBZT) pour les échantillons herbacés. Les déterminations ont en grande partie été réalisées par un collaborateur, Samoela Rakotonarivo, avec l'appui des responsables des herbiers. Sans appareil reproducteur, l'espèce était « pré-déterminée » et si possible récoltée en fleur lors d'un autre relevé. Dans ce sens, un spécialiste de terrain, Lesabotsy Razafindravelo, était chargé de récolter toutes les espèces de jachères qu'il voyait en fleur. Il est pourtant arrivé qu'une espèce ne puisse être déterminée qu'en fonction de ses caractéristiques végétatives.

Une fois déterminées avec précision, les espèces courantes n'ont plus été systématiquement récoltées pour alléger les travaux de séchage et de détermination. Sachant que plusieurs espèces peuvent avoir un même nom vernaculaire, il a par contre été très important de travailler avec les mêmes guides locaux pendant toute la durée du travail, afin de pouvoir s'assurer de la nécessité ou non de la récolte.

Le dernier contrôle a eu pour but principal de vérifier la nomenclature utilisée puisque les noms scientifiques de plusieurs spécimens des herbiers malgaches n'avaient pas été remis à jour. Ce contrôle a été effectué à l'aide de la banque de données Tropicos du Missouri Botanical Garden qui présente l'avantage de fournir des informations sur les lieux et dates de récolte des échantillons disponibles dans leur herbier. Si des espèces courantes (présentes dans plus de 5-10 relevés sur environ 250) n'avaient pas été récoltées à Madagascar ou ailleurs que dans les zones écologiques orientales ou centre-orientales (voir Razanaka, 1989), un ultime contrôle a eu lieu au sein du Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève, avec l'appui de Laurent Gautier, co-responsable d'un projet partenaire à BEMA. Dans les cas où une espèce n'a pas pu être déterminée de manière certifiée, le travail a continué en utilisant une « *morphospecies* », c'est-à-dire une espèce qui est caractérisée par des échantillons semblables non-déterminés. Dans ces cas, le genre ou le nom vernaculaire a servi d'index pour les échantillons et les analyses phytosociologiques, et des numéros ont distingué les *morphospecies* entre elles ; c'est ainsi qu'on observe encore des noms vernaculaires et des « *Psychotria sp3* » dans le tableau phytosociologique.

Relevés pédologiques

Analyses chimiques des nutriments du sol

La figure 15 présente les relevés qui ont fait l'objet d'analyses de sol. Sur le plan des prises d'échantillon, il était important pour la cohésion des recherches de poursuivre les travaux dans la ligne de l'équipe Terre-Tany (cf. Brand et Rakotondranaly, 1997). Sur la base des premières descriptions de profil des 19 « sites » (voir figure 15), l'équipe « sol » de Terre-Tany avait procédé à une distinction fixe de 0-5 cm et 5 à 20 cm pour les prélèvements destinés aux analyses de nutriments. Par la suite, la profondeur de 20 cm a été retenue, permettant ainsi des comparaisons, mais la limite effective des horizons supérieurs a déterminé la limite entre un sous-échantillon et l'autre. Dans les deux cas, le but était d'une part de cerner les caractéristiques de l'horizon superficiel riche en matière organique et de l'horizon sous-jacent, et d'autre part de calculer une moyenne sur les 20cm.

Les sols ont été prélevés en constituant pour chaque site deux mélanges homogènes de 10 sous-échantillons provenant des horizons organique et Ah. Les mélanges pesant environ 1 kg ont été placés dans des sachets en plastique pour être emportés à Antananarivo. Une fois arrivés au laboratoire d'Ambatobe, ces échantillons ont été séchés et homogénéisés une deuxième fois.

Le laboratoire de pédologie du projet Terre-Tany s'est concentré sur les analyses suivantes : C_{tot} , P_{ass} , K_{ex} , selon un procédé spectrophotométrique. Ca_{ex} et Mg_{ex} ont été analysés selon des méthodes colorimétriques, par titration manuelle. N_{tot} a été analysé selon la méthode Kjeldahl. De manière générale, ces analyses ne correspondent plus directement aux celles couramment menées dans le Nord : C et N sont maintenant mesurés avec un C/N-Analyzer, et les métaux avec des instruments analytiques comme ICP-OES et AAS.

Pour C, P et K, l'outil d'analyse principal du projet Terre-Tany fut un laboratoire de terrain spectrophotométrique de marque HACH-DR/2000™. La firme HACH livre ses propres réactifs pour les nombreuses analyses possibles à faire avec cet appareil, si bien qu'il est difficile de décrire avec précision les méthodes d'extraction puis de détermination.

Carbone total, et par extrapolation la matière organique :

La méthode utilisée par HACH s'apparente à la méthode Nelson-Sommers (1975). On pèse 1 g de sol⁸ auquel on ajoute 10 ml⁹ de solution de dichromate de potassium 1M et 20 ml¹⁰ d'acide sulfurique concentré. Après 10 minutes, la réaction est stoppée par l'ajout de 100 ml d'eau désionisée et les fioles décantent pendant environ une nuit. Une fois le sol décanté, 25 ml de solution limpide sont prélevés et placés dans une éprouvette pour la mesure colorimétrique.

Le principe de cette analyse est d'oxyder le carbone organique en CO₂ et de provoquer la réduction du chrome, ce qui induit un changement de couleur de l'orange au vert. L'intensité de la couleur verte est proportionnelle à la concentration du chrome trivalent qui est rapportée à la teneur en matière organique du sol. Selon des sources empiriques, le facteur de conversion entre le carbone organique total et la matière organique, utilisable pour les pH de la région, est de 1.724 (MO=1.724xC) (Rakotondranaly, comm. pers.).

N total, méthode Kjeldahl :

Cette analyse fait intervenir un appareil et des comprimés correspondant à la méthode de Kjeldahl. 0,5 - 1 g de sol¹¹ sont placés dans les tubes de digestion avec 10 ml d'acide sulfurique et un comprimé Kjeldahl¹². Le principe de la digestion est une oxydation « désintégrative » (également appelée humide) des liaisons contenant de l'azote par un chauffage intensif avec de l'acide sulfurique concentré. Certaines substances servent à augmenter la température d'ébullition de l'acide et plusieurs types de catalyseurs permettent d'accélérer la réaction. Le but est de convertir les liaisons organiques d'azote en substances ammoniaquées (comme le sulfate d'ammonium). Les produits de la réaction sont: CO₂, H₂O, SO₂ et (NH₄)₂SO₄.

Après la digestion, la distillation de 10 ml d'extrait de solution avec 10 ml de 12N NaOH et 20 ml de 2% H₃BO₃ est effectuée. L'avantage de l'utilisation de l'acide borique dans la flasque de réception est qu'il n'est pas nécessaire de mesurer exactement la solution acide, mais il faut ajouter simplement une quantité suffisante pour transformer tout l'azote en borate d'ammonium. Lorsqu'on titre le sulfate d'ammonium résultant, l'excès d'acide borique n'a pas d'effet sur la couleur de l'indicateur. Le sulfate d'ammonium est directement titré avec un acide minéral dilué: NH₃ + H₃BO₃ → NH₄H₂BO₃, 2 NH₄H₂BO₃ + H₂SO₄ → 2 H₃BO₃ + (NH₄)₂SO₄. La titration s'effectue avec 4 à 5 gouttes d'indicateur mixte (0,099 g de Bromocrésol vert, 0,066 g de rouge de méthyle et 100 ml d'alcool à 90°) et du H₂SO₄ 0,05.

P assimilable :

Le réactif HACH Soil Extractant 1 est utilisé pour environ 3 g de sol. 0,5 ml de l'extrait sont placés dans un flacon colorimétrique, dilués et mélangés à une gélule de PhosVer 3 qui va produire une couleur bleue proportionnelle à la concentration du phosphate présent. Ces résultats HACH montrent une bonne corrélation avec les techniques de Bray.

⁸ contrairement à 0,1-0,5 selon Nelson-Sommers, in Anderson et Ingram, 1989

⁹ 5 ml pour Nelson-Sommers

¹⁰ 7,5 ml pour Nelson-Sommers

¹¹ Anderson and Ingram proposent de peser 0,2 g de sol.

¹² Un mélange de digestion est décrit dans Anderson and Ingram, 1989. Les « Vorschriftensammlung » du WSL citent une proportion d'env. 0,04g d'azote pour déterminer la quantité de sol à digérer.

K assimilable :

Après avoir été extraits avec le même réactif que le phosphore, 2,5 ml d'extrait de sol au fluorure d'acide sont pipetés, dilués puis mélangés avec trois gélules : Potassium 1, 2 et 3. Le principe de la méthode est de combiner l'ion potassium au tétraphénylborate de sodium pour former un précipité blanc de tétraphénylborate de potassium. La turbidité résultante est utilisée pour mesurer la concentration du potassium.

Extraction de la fraction échangeable de Ca, Mg, Al, H :

5 g de sol sont percolés avec du KCl 1N puis 100 ml sont filtrés. Les cations Ca et Mg sont extraits avec de l'acétate d'ammonium au pH 7 standard, tandis que les cations d'Al et H sont extraits avec une solution de chlorure de potassium non-tamponnée.

Détermination de Ca + Mg échangeables :

10 ml de l'extrait sont dilués avec 40-50 ml d'eau distillée et 1 ml de KCN 1% pour éviter des perturbations dues à Cu, Ni, Co, Fe, etc. On ajoute 10 ml de solution tampon pH 10,5 et 4-5 gouttes de ManVer 2 ou une pincée de NET. Enfin, la solution est titrée avec 0,02N d'EDTA.

Détermination de Ca^{2+} :

On utilise également 10 ml de l'extrait et du KCN 1%. On ajoute ensuite 10 ml de 2N NaOH et 4-5 gouttes de calcéine. On titre enfin avec 0,02N d'EDTA.

Détermination de Al + H éch. :

On utilise 50 ml de l'extrait dans lesquels on verse 4-5 gouttes de phénolphtaléine pour ensuite titrer avec 0,05N de NaOH.

Détermination de Al^{3+} :

Même procédé en ajoutant avant la titration 10 ml 1N de NaF. Les mesures du laboratoire semblent très proches des mesures utilisant du NH_4Cl 1M (BZE), du $BaCl_2$ 0,01M (ISO 11260), du $BaCl_2$ 0,1M (UNEP-UN/EC 91065A) ou du cobaltihexamine (AFNOR NFX 31130).

Détermination du pH :

Le pH eau a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre : mélange de 10g de sol avec 10ml d'eau désionisée et période d'attente de 30 minutes. Le pH KCl a été déterminé en mélangeant 20 g de sol à 50 ml d'eau distillée et 1N de KCl cristallisé.

Mesures et observations pédophysiques

Infiltration :

Trois tuyaux en PVC de 10 cm de diamètre sont enfoncés à 15-20 cm dans le sol et remplis de 20 cm d'eau. On mesure les changements de niveau en fonction du temps (1, 2, 5, 10, 20, 30, 45, 60 et 90 minutes) Cette méthode est simple et remplace la méthode de l'infiltromètre à doubles anneaux qui n'est pas adaptée aux fortes pentes. Elle doit surtout servir de mesure comparative parce qu'elle indique en fait la combinaison de l'infiltration et de la percolation. De plus, l'enfoncement des tuyaux est susceptible de perturber la structure du sol.

Humidité du sol :

Le poids humide d'un échantillon est mesuré puis séché pendant 48 heures à 105°C dans un four. Le refroidissement est ensuite effectué dans un dessiccateur, puis on mesure le poids sec et on détermine le pourcentage d'humidité.

Densité apparente :

Le sol est nettoyé de sa litière et trois cylindres métalliques (100 cm³ de volume) sont enfoncés prudemment à 7 cm, sans comprimer le sol. Le sol dépassant des côtés du cylindre est ensuite éloigné et les cylindres fermés. Les 100 cm³ sont séchés (voir humidité) et pesés pour déterminer la densité apparente exprimée en g/cm³. La porosité totale est évaluée en fonction de la différence entre la densité réelle estimée à 2,65 g/cm³ et la densité apparente de l'échantillon, $P=1-(Da/Ds)=1-(Da/2,65)$.

Texture :

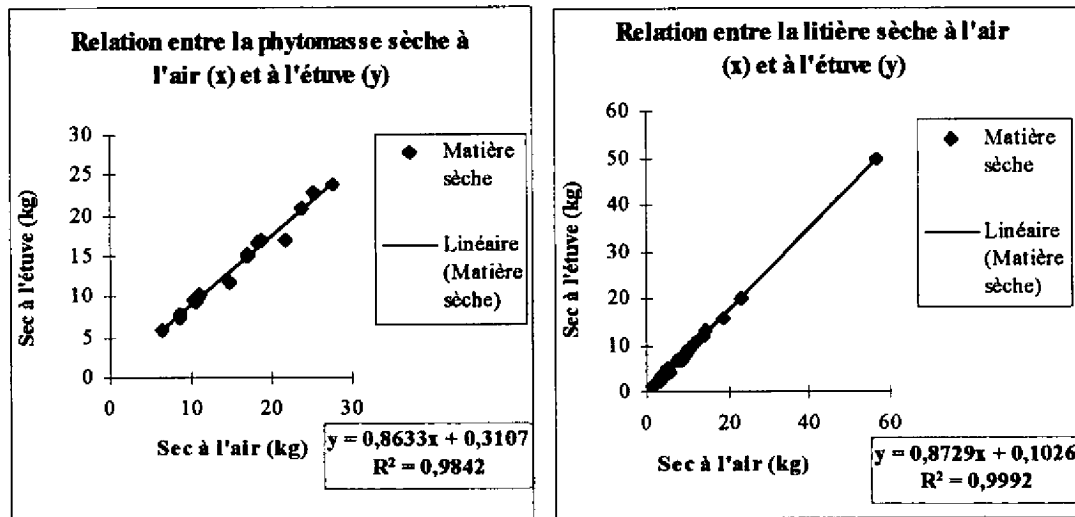
Elle a été déterminée dans un laboratoire externe (FOFIFA-Mahitsy) à l'aide d'une méthode classique. La matière organique est d'abord détruite avec de l'eau oxygénée, puis les particules sont dispersées par agitation et au moyen d'un sel dispersant (hexamétaphosphate de sodium). C'est lors de la sédimentation que les différentes fractions sont mesurées (à un temps et une profondeur définie) par pipetage.

Mesures de biomasse

Sur les surfaces inventoriées (voir relevés floristiques), les prélèvements ont été effectués par répétition de pesages de biomasse sur un 1m² jusqu'à ce que la moyenne des poids mesurés ait un coefficient de variation de moins de 20%. La végétation a été coupée au ras du sol et mesurée généralement sans distinction (un relevé par unité de végétation). Le poids sec a été déterminé à l'aide d'un sous-échantillon mixte de 5 kg, prélevé après hachage et mélange systématique de l'ensemble de la biomasse pesée, puis séché en étuve. Sur quelques sites, à titre indicatif, la biomasse a été triée par espèces, par parties ligneuses et non ligneuses ou en distinguant la nécromasse (litière et racine). La mesure de biomasse hypogée a été traitée dans le DEA de Rakotozafy (1996).

Le suivi des phases de séchage a permis d'établir une relation entre la phytomasse séchée à l'air et séchée à l'étuve, qu'on peut voir dans les figures 17 et 18. Cette relation a été utilisée pour les mesures de biomasse antérieures aux mesures de minéralomasse, parce que les premières mesures avaient été séchées à l'air libre.

Fig. 17 et 18 : Relations entre sec à l'air et à l'étuve



Les corrélations linéaires calculées (sur la base de 19 échantillons de phytomasse séchés à l'air puis à l'étuve, ainsi que de 31 échantillons de litière) démontrent qu'on peut estimer avec une bonne précision le poids sec à l'étuve à partir du poids sec à l'air pour la phytomasse et la litière. Les équations sont mentionnées en bas à droite du graphe (y = le poids sec à l'étuve, x le poids sec à l'air).

Analyses de minéralomasse (de la concentration en nutriments de la végétation)

L'échantillon mixte de 5 kg prélevé lors de la mesure de phytomasse est broyé et séché (65°C pendant 48 heures), puis un nouvel échantillonnage est réalisé sur le broyat. L'échantillon final de 0.5 à 2g est conservé à 5°C et sera remis à l'étuve avant l'analyse. Les erreurs liées au processus d'échantillonnage (parties de la plante à prélever) et de sous-échantillonnage (diminution de la quantité à analyser) ont été calculées par des analyses comparatives et se sont avérées minimales avec cette méthode.

Toutes les analyses ont été menées dans le cadre du Laboratoire des radio-isotopes (LRI) d'Antananarivo. Le contenu en azote a été mesuré selon la méthode Kjeldahl qui suit les mêmes procédures que décrit précédemment pour le sol.

Le phosphore a été déterminé selon une méthode photométrique basée sur une calcination à 450°C pendant 5 heures pour éliminer les fractions organiques, une extraction à l'acide chlorhydrique concentré (30%) et un dosage spectrophotométrique en présence du réactif vanadiummolybdate. Une coloration jaune se développe proportionnellement à la concentration de phosphore.

Les dosages du calcium, du magnésium et du potassium ont également débuté par une calcination et une extraction acide mais la mesure finale s'est déroulée à l'aide d'un spectromètre à absorption atomique (F-AAS).

Analyse du carbone pour le matériel végétal et les analyses de cendres

L'Institut Fédéral de Recherches sur la Forêt, la Neige et le Paysage (FNP, Birmensdorf) nous a permis d'analyser C et N pour 11 échantillons de cendres et 19 analyses de phytomasse provenant des suivis de *tavy* (« nouveaux *tavy* » dans la figure 15), ainsi que 6 échantillons de « nouveaux sites » de manière complète (C, N, P, K, Ca, Mg, Al). Carbone et azote ont été déterminés à l'aide d'un *CN-Analyzer* tandis que les cendres ont été analysées avec un spectromètre à absorption atomique ICPAES.

Contrôles des analyses chimiques

Le premier contrôle des analyses pédologiques a été mis sur pied grâce au laboratoire du FNP. Après avoir été analysé au laboratoire du DRFP/FOFIFA, quatre échantillons de la zone d'étude ont été envoyés en Suisse pour contre-analyse. Ensuite, nous avons en outre reçu quatre échantillons de sol provenant d'un programme, le *WEPAL-Wageningen Evaluation Program for Analytical Laboratories*, et deux échantillons certifiés (NIST) de matériel végétal pour les premiers essais d'analyse de minéralomasse.

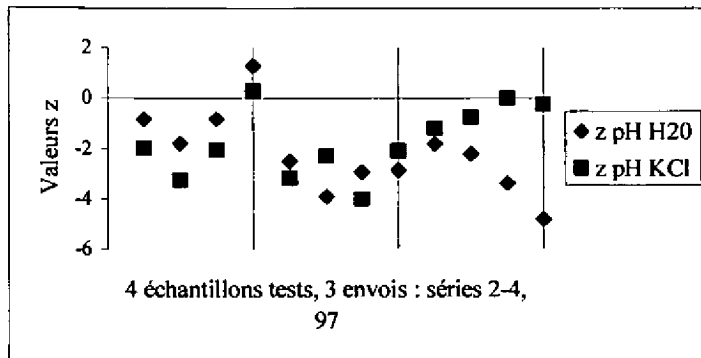
Ces analyses comparatives ont permis de mettre en lumière quelques lacunes pour le laboratoire du DRFP. L'ensemble des sources d'erreur des procédures a été revu et un suivi permanent des analyses a été mené dans le cadre du réseau WEPAL. Ce réseau planifie l'envoi d'échantillons homogénéisés aux laboratoires qui en font partie et publie ensuite les résultats de chacun d'eux. Les calculs de contrôle qui suivent se sont basés sur la comparaison entre les résultats de l'ensemble des laboratoires et ceux du laboratoire du DRFP/FOFIFA.

Pour chaque analyse d'échantillon, l'équipe du WEPAL calcule la médiane et la moyenne des résultats des laboratoires et écarte les valeurs aberrantes. Ensuite, les écarts de chaque mesure par rapport à la moyenne, les « scores *z* », sont calculés : $z = (X - X_{\text{mean}}) / S_d$. *X* est la valeur d'analyse d'un laboratoire, X_{mean} la moyenne des analyses retenues et S_d l'écart-type des observations.

L'ensemble des scores *z* des analyses du laboratoire du DRFP/FOFIFA a été repris et est illustré dans les figures suivantes (figures 19 à 26). Selon une distribution normale, si le score *z* est plus bas que 1,96, il serait possible de dire qu'il y a 95% de probabilité que si l'analyse effectuée était répétée, son résultat resterait dans la fourchette indiquée par la moyenne et l'écart type.

Analyses de sol : 4 échantillons analysés lors de chacun des 3 envois

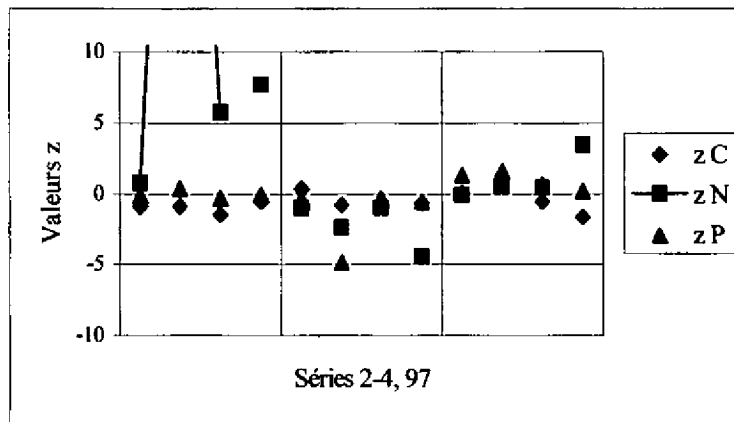
Fig. 19 : Scores z des analyses de pH H₂O et KCl



Les mesures de pH du laboratoire du DRFP sont en majeure partie plus basses que la moyenne des autres laboratoires. De plus, on observe une évolution étonnante selon les dates d'analyses : le pH H₂O, qui semblait présenter une meilleure approximation dans la première période d'analyses, est largement moins bon que les mesures de KCl lors de la 3^e période. De manière générale, les analyses de pH

correspondent relativement mal aux moyennes des autres laboratoires, elles sont basses mais on ne note pas de valeurs extrêmes.

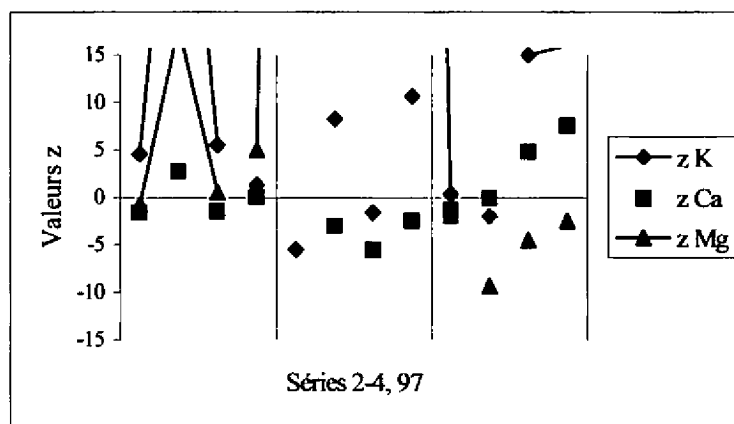
Fig. 20 : Scores z des analyses de C, N et P



Les analyses de carbone organique et de P Olsen du laboratoire LRI correspondent bien aux mesures des autres laboratoires, malgré une analyse de P légèrement basse. Par contre, les analyses d'azote, même si la majeure partie des données sont relativement précises, présentent des valeurs (la deuxième en particulier) dont l'excès est anormal. Pour la première période, il est possible que des restes de substances azotées d'autres analyses (il faut

normalement faire une distillation de nettoyage entre chaque mesure) aient provoqué une hausse des mesures suivantes.

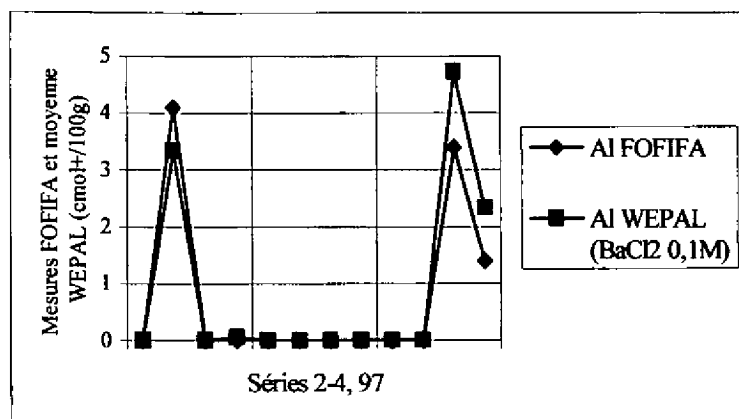
Fig. 21 : Score z des analyses de K, Ca et Mg échangeables



Au niveau des bases échangeables, seul Ca présente une précision relativement acceptable. Les mesures de K, pourtant effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre, ne sont quasiment pas utilisables et souvent trop élevées alors que pour Mg, une erreur systématique s'est certainement produite lors de la seconde période. Les analyses ultérieures seront avant tout basées sur les résultats de Ca, voire sur la somme des bases puisque c'est

Ca qui l'influence le plus (Mg et K ne présentent que de faibles concentrations absolues).

Fig. 22: Comparaison des mesures d'Al du laboratoire du DRFP avec la médiane des laboratoires utilisant la méthode au BaCl₂ 0,1M.



Malgré une très faible concentration d'Al dans les divers échantillons analysés (sols provenant des zones tempérées), la correspondance semble relativement bonne et les différences relatives entre chaque échantillon sont respectées. Il n'a pas été possible de calculer les scores z pour cet élément parce que la méthode utilisée par notre laboratoire n'était pas reproduite par d'autres.

Les comparaisons entre les moyennes d'autres laboratoires et les mesures du FOFIFA nous renseignent sur la fiabilité des analyses. Pour préciser l'implication de ces variations sur les possibilités d'exploitation des résultats, les différences en valeur absolue sont indiquées dans la figure 23. Le tableau synthétise les calculs d'erreurs relatives par rapport à la médiane : « ER » représente en pourcent la moyenne des différences entre les valeurs mesurées aux LRI/FOFIFA et les médianes de tous les laboratoires WEPAL. Les valeurs trop marginales (score z > 15) ont été délaissées pour ce calcul.

Fig. 23: Erreur relative par rapport à la médiane WEPAL

	pH H ₂ O	pH KCl	C [%]	N [%]	P [ppm]	K [cmol ⁺ /kg]	Ca [cmol ⁺ /kg]	Mg [cmol ⁺ /kg]
Moyenne des scores Z	-2,21	-1,74	-0,58	0,88	-0,22	3,65	-0,07	-1,93
Moyenne des médianes	6,38	5,77	18,96	1,58	43,92	0,38	15,5	1,45
« ER » [%]	-4,46	-4,68	-7,02	20,32	-2,63	49,51	17,01	-45,00
Nombre de valeurs marginales	0	0	0	1	0	2	1	5 !

Après élimination des valeurs aberrantes, il faudra donc en outre, pour l'exploitation des résultats, garder à l'esprit que :

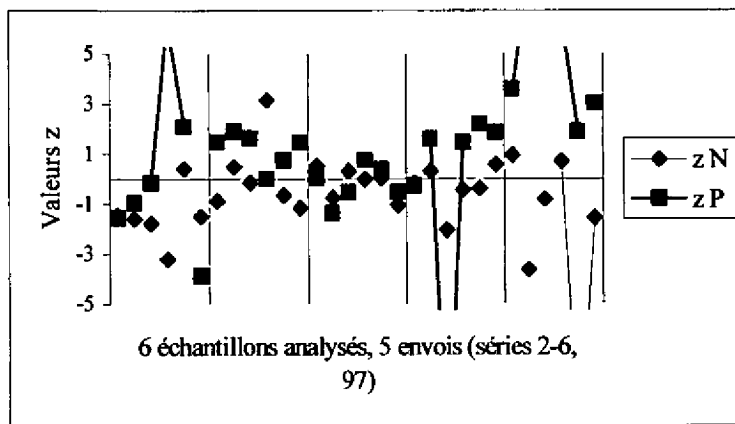
- Les valeurs du pH eau ou KCl sont probablement plus basses d'environ 4% que les valeurs normales, elles présentent des variations régulières mais pas de valeurs extrêmes (utilisables avec précaution).
- Les analyses de carbone et de phosphore sont bonnes, même si les valeurs de carbone sont un peu basses (utilisables).
- Les mesures d'azote présentent des valeurs extrêmes qui devraient être repérées pour discuter des résultats, elles sont trop élevées.
- Les résultats d'analyses de Mg et K ne sont pas utilisables isolément, la mesure de Ca est la meilleure mesure des bases (Ca voire la somme des bases échangeables sont utilisables puisque Ca vaut dix fois plus que K ou Mg).
- Comme possibilité de validation des valeurs des cations Ca, Mg et K, la mesure d'Al présente une bonne correspondance avec une méthode d'analyse comparable et elle est utilisable.

Les valeurs marginales seront écartées des moyennes présentées dans le chapitre 4 (résultats) pour la forêt, les jachères et les savanes, en fonction de l'âge ou du stade de dégradation. Pour les analyses multivariées effectuées avec Mulva ou Canoco, ce sont les relevés qui contenaient des valeurs aberrantes qui ont du être écartés car les vides, dans des séries de données, sont interprétés comme des zéros. Pour ces analyses, les interprétations devront donc être prudentes pour les valeurs N, Mg et K du sol.

Analyses de plantes : 6 échantillons analysés lors de chacun des 5 envois

Dans l'ensemble, les analyses de plantes menées dans le laboratoire LRI d'Antananarivo ont également présenté des problèmes de précisions, mais elles se sont généralement montrées un peu plus régulières que les analyses de sol.

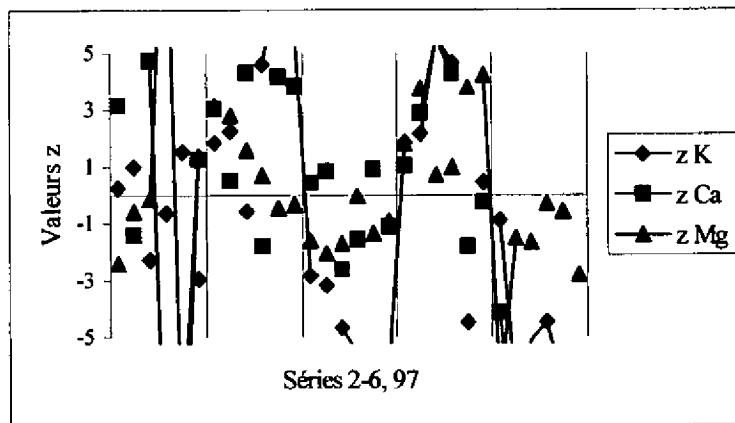
Fig. 24 : Scores z des analyses de N et P du matériel végétal.



Les mesures d'azote sont en général bonnes et varient autour de 0, c'est-à-dire autour de la médiane des mesures de l'ensemble des laboratoires du réseau WEPAL.

Les mesures de P présente une variation plus grande, notamment quelques valeurs marginales, mais restent sinon dans des valeurs acceptables à l'exception des analyses trop élevées du dernier contrôle.

Fig. 25 : Scores z des analyses de K, Ca et Mg du matériel végétal.



Le graphe démontre une forte dispersion des écarts qui toutefois tournent autour de la moyenne. Les résultats de Mg sont meilleurs que dans les mesures de sol, alors que Ca et K en particulier recèlent des résultats marginaux.

En résumé et comme pour le contrôle des analyses de sols, nous allons observer les moyennes des scores z, les erreurs relatives par rapport à la médiane et la moyenne des médianes qui ont été calculées pour se rendre compte des ordres de grandeur absolu de ces erreurs (figure 26).

Fig. 26 : Erreur relative par rapport à la médiane des mesures de minéralomasse de la végétation

	N [mmol/kg]	P [mmol/kg]	K [mmol/kg]	Ca [mmol/kg]	Mg [mmol/kg]
Moyenne des scores z	-0,88	1,16	-1,03	-1,20	0,03
Moyenne des médianes	1430,8	113,4	630,1	243,3	80,6
« ER » [%]	-3,1	4,8	-4,6	-3,5	-0,1
Nombre de valeurs marginales (z>15)	0	0	0	0	0

Malgré quelques valeurs douteuses qu'on remarque sur les graphes 24 et 25, la moyenne des mesures et leurs variations s'apparentent relativement bien aux résultats des autres laboratoires. Les valeurs de N, K et Ca sont légèrement plus basses que dans les autres laboratoires, alors que P semble un peu plus élevé. Les valeurs les plus marginales sont pourtant inquiétantes (quelques z entre 10 et 12) et il faudra y être attentif, même si elles se compensent dans la moyenne. Lors de l'interprétation des résultats, on se restreindra aux moyennes de plusieurs relevés mais pas aux valeurs individuelles. Les analyses multivariées utiliseront néanmoins les valeurs individuelles, et devront pour la minéralomasse aussi, être interprétées avec précaution.

3.2 Enquêtes

Fig. 27 : Récapitulatif des types d'enquêtes effectuées par l'auteur ou en collaboration (italique)

Type d'enquête	Nombre d'entretiens
Déroulement des 5 derniers <i>tavy</i>	11 : 4 Fierenana et Ambohimarina, 3 à Salampinga
Passé culturel des nouveaux sites	47
Origines et utilisation des vieilles jachères	17
Plantes et espaces utiles des ménages	42
Nombreux entretiens non-structurés	Médium, anciens, guérisseurs, jeunes, ménages hôtes, etc.
Restitution (changement de stratégies, aménagement)	1 par terroir (3)
<i>Utilisation des reboisements, forêts relictuelles et agroforêts</i>	<i>cf. Ranjatson, Razafimahatratra, 1998</i>
<i>Carnets des ménages (gestion du temps, économie)</i>	<i>25, dont 10 communs aux 42 de cette étude, cf. Moor, 1998</i>

La plupart des relevés de jachères ont été accompagnés d'enquêtes semi-structurées (annexes 1-5). Même si les petites enquêtes couplées aux relevés étaient capitales pour la compréhension fine du système de culture sur brûlis, leurs résultats restent descriptifs et font partie plutôt des relevés et réflexions stationnels que des questions d'aménagement.

Les enquêtes menées dans les 42 ménages poursuivaient un double objectif principal - d'une part décrire les diverses utilisations des espaces de l'agro-écosystème : les jachères, les *tanimboly*, les forêts, les reboisements, les bas-fonds et les savanes anthropiques et - d'autre part, connaître les plantes utiles de ces espaces. Elles ont également servi à l'analyse des conditions foncières (pour des questions de propriété de *tavy* et jachères, d'héritage, d'achat ou d'installation de nouveaux *tanimboly*, etc.).

L'analyse se situe au niveau des ménages, c'est-à-dire du couple, de ses enfants et d'éventuels proches parents qui vivent dans le même foyer. Comme ce niveau ne requiert pas directement la considération prioritaire du thème genre, les enquêtes ont été menées avec l'un ou l'autre des conjoints, si possible avec

la femme car celle-ci était facilement reléguée au second plan si le mari était présent lors de l'enquête. La taille envisageable de l'échantillon ne semblait pas suffisante pour décrire de manière exhaustive la situation de « l'intérieur » des ménages. En outre, il est probable que les foyers menés par des femmes seules ont été sous-estimés dans l'échantillonnage, même s'ils étaient rares.

3.2.1 Choix des ménages

La première stratification s'est logiquement opérée en fonction des terroirs d'Ambohimarina, de Fierenana et de Salampinga. Le terroir d'Ambohimarina est formé de quatre villages : Ambohimarina d'où ont été fondés Bemanasy, Ambodiaviavy et Ampamelona. Le terroir de Fierenana est représenté par Vakampotsy et Fierenana, et enfin celui de Salampinga par Salampinga et Ambohimiadana. Pour homogénéiser l'ensemble des enquêtes, deux villages par terroir ont été sélectionnés pour servir de base aux enquêtes ; le terroir d'Ambohimarina nécessitait donc une sélection : seuls Bemanasy et Ambodiaviavy ont été retenus comme représentatifs.

Ce choix a facilement été fait sur des bases géographiques et surtout humaines. En effet, le village d'Ambohimarina, qui représente le village le plus ancien du terroir, vivait des périodes troublées pour des questions de succession du *tangalamena*, le chef de village. De plus, une des personnes éligibles, son fils, n'acceptait pas de collaborer avec les personnes extérieures, qu'elles soient *vazaha* (de nationalité étrangère) ou malgaches. Dès lors, il ne restait plus que deux villages, soit Bemanasy et Ambodiaviavy, qui répondaient au critère de proximité de la forêt qui nous intéressait pour l'étude du gradient de dégradation (cf. chapitre 1). Fondés après qu'une épidémie ait touché Ambohimarina et maintenus en fonction de la croissance régulière de la population, ces deux villages présentent des attaches fort différentes avec le village fondateur. Ambodiaviavy est quasiment contigu à Ambohimarina et les *ray amand'reny* de chaque village se consultent très fréquemment. Bemanasy se trouve à environ 20 minutes de marche d'Ambohimarina (voir carte 2) et il est devenu de ce fait, et pour des raisons historiques, plus autonome qu'Ambohimarina. L'ambiance du village y est beaucoup plus paisible et solidaire, et l'accueil a été chaleureux, peut-être aussi parce que notre équipe a été la première à se rendre dans ce village. Dans certains villages (en particulier Fierenana et Salampinga), de nombreuses visites et enquêtes avaient déjà eu lieu avant notre arrivée, ce qui a quelquefois entraîné la nécessité de réexpliquer longuement la complémentarité et surtout la séquence temporelle des divers travaux.

Zurbuchen (en préparation) avait étudié les conditions démographiques de ces villages, à l'exception de Bemanasy pour lequel des carnets de population ont pu être consultés au bureau de la Commune de Beforona. Sur cette base, une visite de reconnaissance a pu démarrer. Elle avait pour but de présenter à la population rurale les objectifs du travail, sa planification et notre besoin de collaboration. Elle devait également permettre de se familiariser avec les villageois et leurs terroirs ainsi que de procéder aux premières observations.

Cette phase préliminaire a permis de dégager les catégories paysannes et les perceptions du paysage agricole (nomenclature des champs, des espaces) ainsi que les grands traits de l'histoire des villages. Très vite, on s'est aperçu que la généalogie représentait un critère incontournable pour l'échantillonnage. En effet, les clans, quelquefois rivaux, se forment sur des bases familiales, comme la répartition des terres.

En principe, trois critères de sélection étaient envisagés pour l'échantillonnage des ménages : l'âge du chef de ménage, le sexe de l'enquêté et son appartenance à un clan. Comme le niveau d'analyse s'est restreint au ménage, seuls l'âge et l'appartenance à un clan sont restés déterminants. Il fallait encore régler la question de la représentativité du nombre de ménages enquêtés par rapport à l'ensemble des villages : un seuil de 20% a été choisi. Pour que nous nous adaptions au rythme des gens et restions souples et ouverts dans le choix, les ménages ont été sélectionnés une fois que nous sommes arrivés dans le village et en demandant aux personnes présentes, selon les âges connus des chefs de ménages, de quel clan faisait partie tel ou tel ménage et quelles étaient leurs occupations actuelles. Le tableau de l'annexe 6 présente l'ensemble des enquêtés ainsi que leurs particularités. La figure 28 reprend l'annexe 6 pour présenter dans l'essentiel les critères de sélection des ménages enquêtés.

Fig. 28: Répartition des ménages enquêtés selon les terroirs, les villages et les critères de choix.

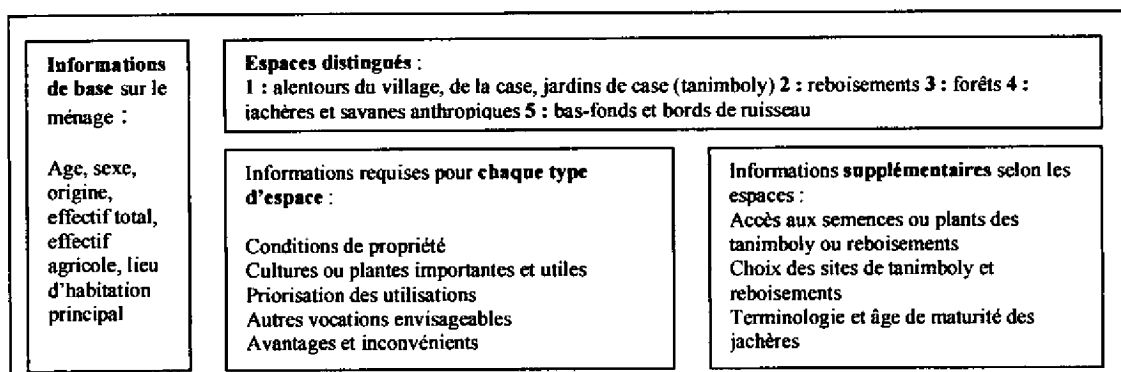
Terroirs	AMBOHIMARINA		FIERENANA		SALAMPINGA	
Villages	Ambodiaviavy	Bemanasy	Fierenana	Vakampotsy	Salampinga	Amb/dana
N ménages <i>au total</i>	33	35	41	19	19	9
N ménages <i>enquêtés</i>	8	7	10	5	9	3
%	22%		25%		43%	
N clans connus	2	5	3	2	4	1
Représentation des clans	100%		100%		100%	
Représentation selon cat. âge	15-24 : 3, 25-34 : 4, 35-44 : 2, >45 : 6		15-24 : 2, 25-34 : 4, 35-44 : 6, >45 : 3		15-24 : 2, 25-34 : 2, 35-44 : 5, >45 : 3	
Représentation des femmes	3 sur 15		4 sur 15		2 sur 12	

Les pourcentages de ménages enquêtés sont tout à fait satisfaisants et c'était le point le plus important pour les comparaisons entre un terroir et l'autre. Pourtant, il ressort de ce tableau une sous-représentation des jeunes (les pyramides de population sont nettement plus larges entre 15 et 35 ans qu'après) et des femmes, éternel problème des enquêtes menées sans plan contraignant et avec le souci de se plier aux habitudes locales. Il faut préciser ici que si les enquêtes ont été menées au niveau des ménages et surtout avec le mari, l'entretien proprement dit s'est déroulé en présence de tous les membres du ménage qui le désiraient. Très souvent, la femme ou les enfants ont été appelés à donner leur avis lorsqu'on savait qu'ils pouvaient avoir de nouvelles idées ou d'autres avis que le chef de ménage. A très peu d'exceptions près, la bonne ambiance et l'attitude du chef de ménage ont permis à tous les intéressés, spécialement à la femme, de se prononcer. Par contre, les femmes ont quelquefois refusé d'être interviewées en l'absence de leur mari.

3.2.2 Structure et déroulement de l'enquête principale

Le questionnaire utilisé se trouve en annexe 4. Il est principalement construit en fonction des espaces que les paysans ont décrits, de leurs potentiels en plantes utiles et de leurs diverses utilisations. Ce questionnaire a été testé plusieurs fois, principalement pour éviter qu'il soit trop lourd. La figure 29 présente sa structure générale.

Fig. 29 : Structure générale de l'enquête principale : types d'informations et d'espaces



Malgré la volonté de ne pas charger les paysans avec une enquête trop lourde, les enquêtes ont souvent duré plus d'une heure et quelquefois une demi-journée. Cet inconvénient a été plusieurs fois ressenti mais c'est surtout la manière d'aborder les gens et une explication convaincante des objectifs de l'enquête qui furent déterminantes pour la réussite de l'interview.

Les enquêtes se sont déroulées à l'aide d'un interprète et elles ont été menées dans la case de l'enquêté. Le fait de concentrer les enquêtes village par village et de séjourner au moins une semaine dans chacun d'eux a été un atout formidable dans le cadre de cette étude. D'une part parce qu'il était possible de réunir tout le monde en fin de première journée pour une présentation générale du pourquoi de notre arrivée, alors qu'en général seul le *tangalamena* et quelques passants assistaient à celle-ci, et d'autre part parce qu'il était aisé de fixer des rendez-vous qui arrangeaient les futurs enquêtés. La confiance n'a semblé venir qu'à partir de ces moments-là, entre les villageois et notre équipe. Les travaux et les visites, même courtes, qui suivirent, furent facilitées. Le terroir de Salampinga a fait exception parce qu'il a été enquêté en dernier, avec une certaine pression de temps, et que l'ampleur d'une dissension interne a été sous-estimée lors de la discussion de groupe dont nous allons voir le déroulement plus bas.

3.2.3 Enquêtes complémentaires

Peter Moor, qui prépare une thèse à l'université de Berne, a débuté son travail à Madagascar à la suite de ces premières enquêtes. Il a pour but de définir les stratégies paysannes de gestion des ressources naturelles et a planifié des travaux à l'aide de carnets des ménages. Ces carnets ont permis aux paysans de relever quotidiennement leurs activités et leurs dépenses. Peter Moor a voulu éviter un excès d'enquêtes et de perturbations auprès des paysans des terroirs déjà investis par le passé, si bien qu'il a choisi de se concentrer sur deux terroirs inconnus auparavant : Tanambao, aux conditions écologiques et sociales comparables à Ambohimarina et Fierenana, et Andelaleka, comparable à Salampinga. A la suite de ces premières investigations, il a tenté de lier ses travaux aux terroirs connus et a donc suivi dix ménages des terroirs d'Ambohimarina, de Fierenana et de Salampinga. Nous l'avons appuyé pour le choix des ménages et son introduction dans les villages afin que ses relevés permettent de compléter notre enquête principale et qu'ils replacent les utilisations traditionnelles des espaces connues pour nos ménages dans un contexte socio-économique plus large.

Les résultats de Moor (1998 et à paraître) ont été largement utilisés dans ce travail pour la description socio-économique du système agraire (cf. chapitre 2) et pour susciter des débats lors de la restitution (en passant en particulier par le rendement journalier du travail que Moor a pu estimer pour chaque type de culture).

3.3 Relevés des espaces arborés

Les relevés liés aux reboisements et forêts relictuelles ont été menés par Patrick Ranjatson ; les relevés effectués dans les tanimboly sont l'œuvre d'Apollinaire Razafimahatratra dans le cadre de leurs DEA en sciences forestières, soutenus en avril 1998. L'encadrement a été assuré par les Dr Bruno Ramamonjisoa, Jean-Pierre Sorg et moi-même pour le suivi dans le cadre du projet. Les résultats principaux ont fait l'objet de publications communes dans le Cahier Terre-Tany no 8, 1998.

3.3.1 Echelles distinguées

Partant des connaissances préalables des trois terroirs d'étude, il a été observé qu'on pouvait différencier l'utilisation des sols en zones qui se distinguent des *tanimboly* selon la densité de l'habitat et de la densité des cultures pérennes. Les zones à forte densité se situent en général autour des villages et à proximité de la RN2, la route qui permet l'écoulement des produits. Outre la stratification de base qui considère les terroirs, une stratification supplémentaire a été mise en place pour chaque terroir. Ambodiaviavy et Bemanasy ont été ainsi divisés en deux, Fierenana et Vakampotsy en trois, et enfin Salampinga en deux zones d'utilisation des sols distinctes.

Une échelle supplémentaire et plus fine s'ajoute à ces zones : celle du vallon. En effet, la localisation des *tanimboly* en bord de ruisseau et la construction très fréquente d'une case aux alentours confèrent à ces vallons un aspect de noyau d'exploitation familiale. Comme on le verra dans les résultats, les divisions

foncières traditionnelles utilisent les petites vallées, en particulier dans les terroirs dégradés comme Salampinga, comme unité de propriété du ménage ou d'un clan.

3.3.2 Inventaires

Les tanimboly et les « arbres » isolés (raphias, bambous, ravenales)

Les *tanimboly* ont été sélectionnés en fonction des connaissances préalables des ménages et de leur disponibilité. Une fois sur place, le *tanimboly* a été cartographié pour relever d'abord les différences flagrantes dans la composition des espèces et la densité des tiges. Ensuite pour chaque subdivision, leur superficie, position topographique, exposition et pente ont été observées. A l'intérieur de ces divisions morphologiques, une parcelle de relevé circulaire a été déterminée représentative pour la subdivision et l'inventaire a débuté à partir d'un jalon duquel un rayon de cinq ou dix mètres fut mesuré. Partant d'un azimut fixe et faisant un tour complet, les variables suivantes ont été relevées sur l'ensemble de la surface délimitée : l'espèce, la densité des tiges, le taux de couverture, la localisation, la structure verticale, le volume d'exploitation et l'âge de la plantation. Pour les bananiers, on indique s'ils sont porteurs de régimes et s'ils sont fils ou éventuellement petit-fils d'un pied mère.

Six *tanimboly* ont connu des relevés standards de sols en fonction de leurs âges : deux jeunes, deux moyens et deux vieux pour y avoir une première impression de l'évolution de la qualité des sols sous ce type de culture. Les rendements y ont également été mesurés, ceux des caféiers par pesage des cerises mûres de 30 pieds, ceux des bananiers par modélisation du poids des mains des bananiers puis par comptage du nombre de mains des bananiers inventoriés.

Sur la base d'une subdivision systématique de 100x100m, les raphias et les bambous ont été inventoriés pied par pied, alors que les ravenales y sont relevés dans la même subdivision sur une surface de 20x20m. Le nombre de pétioles et de jeunes feuilles a été compté pour les raphias, pour les ravenales le nombre de feuilles vertes et pour les bambous, le nombre de tiges a été retenu.

Les reboisements, vieilles jachères et forêts relictuelles

Partant toujours de la cellule ménagère, les relevés se sont développés dans le vallon situé autour de la case de *tanimboly*. Quatre ménages ont été sélectionnés à Ambodiaviavy et six à Fierenana et Salampinga, représentatifs chacun d'une des zones d'utilisation du terroir. Partant des enquêtes menées dans la case, les lieux de récolte des divers produits issus des espaces boisés ont été visités avec un membre du foyer.

Dans les jachères, vieilles jachères et reboisements, des relevés floristiques ont été effectués sur des surfaces de 25 m². Le nombre de tiges désignées comme utiles y a été relevé ainsi que les hauteurs totales et utiles des tiges.

Comme elles sont peu nombreuses dans chaque terroir, toutes les forêts relictuelles ont été inventoriées. L'inventaire pied par pied des espèces de diamètre supérieur à 10 cm DHP a été mené sur une surface de 10x10m, alors que les tiges de 5 à 10 cm ont été relevées sur une surface de 5x5m sur le modèle de Brun (1976).

3.3.3 Enquêtes et mesures sur le bois d'énergie et de construction

Les investigations plus précises de l'exploitation des espaces boisés, menées si possible avec des ménages rencontrés lors de l'enquête principale, ont permis d'atteindre une connaissance plus pratique des utilisations culturelles. Pour les *tanimboly* et arbres isolés, un entretien semi-directif a été choisi pour discuter des règles économiques et socioculturelles de production, alors que l'itinéraire technique des méthodes de culture a été caractérisé grâce à des questions ouvertes. Un guide d'entretien a également servi aux analyses des habitudes de récoltes des produits ligneux ou non se trouvant dans les espaces comme les vieilles jachères, les reboisements et les forêts relictuelles.

Deux séries d'enquêtes et de mesures ont ciblé les exploitations les plus régulières du bois, soit pour le bois d'énergie et le bois de construction. Les quantités de bois d'énergie utilisée ont été mesurées grâce à des répétitions de pesage, le premier lors de l'arrivée dans le foyer concerné, les suivants lorsque le bois

récolté le jour même avait séché, et le dernier un jour après l'arrivée dans le foyer. Le bois de construction qui a servi à la case du ménage a directement été mesuré, en demandant pour chaque pièce la date de construction et/ou de remplacement.

3.4 Cartographie de terroir

Des photos aériennes en couleur (1:10'000) ont été prises par le projet Terre-Tany/BEMA pour les bassins versants de *Vohidrazana*, de *Fierenana* et de *Salampinga* en novembre 1992. A l'aide d'agrandissements des cartes topographiques nationales à la même échelle, les courbes de niveau de la région ont été digitalisées au moyen du logiciel ArcInfo. Ces deux bases ont permis une cartographie de terrain de tous les espaces du terroir. Les informations principales retenues furent le nom du dernier cultivateur (ce qui revient la plupart du temps à désigner le propriétaire), l'âge et le type de végétation dominante des jachères, le nom du propriétaire pour les cultures (*tavy*, *tanimboly*, rizières irriguées, manioc, canne à sucre, gingembre) et les reboisements, et enfin simplement le nom des forêts relictuelles. La plupart du temps, les crêtes ont facilité la cartographie des versants opposés et, lors de tout le processus, une personne ressource nous accompagnait pour indiquer les informations voulues.

3.5 Restitution et discussions finales de groupe

La restitution des résultats a été toujours considérée comme nécessaire et elle avait été promise à la population dès le début des relevés écologiques et des enquêtes. Elle a été conçue à l'échelle du terroir et s'apparentait à une évaluation avec les paysans du diagnostic du système agraire. Les résultats socio-économiques ont été inclus dans les discussions. Plus qu'une restitution, la discussion finale a encore permis de vérifier la cohérence de certaines hypothèses, notamment sur certaines pistes de changement de stratégies. Enfin, cette discussion de groupe a également permis de vérifier le potentiel d'adoption de quelques idées d'innovations et a ainsi pris un caractère exploratoire en vue des alternatives à commenter et à tester. La discussion a été animée dans le « palais » ou maison communautaire du village, le *lapa*, avec l'appui de panneaux explicatifs qu'on a pu placer devant l'assemblée. Le guide de discussion se trouve en annexe 5 et la structure de ces discussions est résumée par la figure 30.

Fig. 30 : Structure et thèmes de la discussion finale

Restitution proprement dite	→ Propositions de principes de gestion	→ Propositions d'innovations
Etude de problème et d'impact : le tavy Perception de l'extérieur (étranger, capitale) Présentation des flux des nutriments (théorie) Dégradation et régénération observée (pratique)	Limiter les surfaces de <i>tavy</i> en fonction de la taille des ménages ? Limiter les surfaces brûlées non-semées ? Adapter les champs au relief ? Prévention des mauvaises herbes : quelles possibilités ? Sarclage sélectif favorisant les espèces ligneuses ? Protection des crêtes ?	Jachères améliorées sur sols fertiles
Les opportunités Les avantages de l'arbre et la forêt Localisation des forêts relictuelles dans le terroir Plantes utiles Consommation de bois d'énergie et de construction	Conservation des forêts relictuelles ? Conservation des espaces boisés des berges ? Haies pour matérialiser des limites, pour conserver les sols, etc. ?	Reboisements mixtes d'essences exotiques et indigènes

Suite fig. 30

Restitution proprement dite	→ Proposition de principes de gestion	→ Propositions d'innovations
L'agroforesterie au <i>tanimboly</i> Revenus et rendements des <i>tanimboly</i> Avantages d'un système agroforestier (théorie)	Gestion du couvert arboré pour lutter contre les mauvaises herbes ? Spécialisation dans les <i>tanimboly</i> ? Cultures fruitières avantageuses ? Intégration de champs non-couverts dans le <i>tanimboly</i> ?	Engrais organiques sur champs non-couverts Nouvelles cultures de rente
Mise en valeur des espaces marginaux	Élevage ? Reboisements ?	Amélioration puis mise en culture ? Pare-feu ?
Gestion de terroir Aménagement de terroir observé Évolution des conditions foncières Gestion de bas-fonds et élevage	Concentration des propriétés par vallon ? Meilleure prise en compte du relief ? Gestion de l'eau ? Égalité de l'accès aux terres pour les jeunes ?	
Avenir du village	Discussion foncière ? Autosubsistance contre culture de rente ? Autorité villageoise ? Collaborations de filière ? Recherche d'informations ? Essais individuels ?	
Priorités générales	Principes ? Cultures ? Conclusion, évaluation	

Après un test de l'intérêt et de la bonne compréhension de chaque sujet avec des personnes ressources, la discussion finale a duré trois jours pour chaque terroir. Comme elle a coïncidé avec le départ normalement définitif des enquêteurs, une fête a été organisée à la fin de la discussion. Après de longues réflexions au sein du projet, la fête semblait nécessiter un sacrifice de bœuf et quelques litres de rhum pour « marquer le coup ». C'est en fait l'organisation de cette fête qui a apporté le plus de soucis parce que les sacrifices de zébus sont fortement réglementés par des interdits traditionnels et que le partage des cadeaux est une tâche délicate.

3.6 Analyses multivariées du système sol-végétation

3.6.1 L'écologie numérique

L'écologie numérique traite de l'analyse numérique de complexes de données, en général dans un contexte synécologique. La plupart des méthodes utilisées sont multivariées (ou multidimensionnelles) car chaque relevé est défini par plusieurs espèces, par des descripteurs écologiques (par exemple pédologiques), et cet ensemble est traité en bloc à l'aide de tableaux de données (cf. Legendre, 1998 ; Borcard et Büttler, 1997).

Les méthodes numériques impliquent l'application d'analyses statistiques appropriées à l'écologie. Une partie importante des méthodes modernes d'écologie numérique a été développée par des écologues et non par des statisticiens purs (Borcard et Büttler, 1997), ce qui pose généralement des problèmes méthodologiques au profane qui ne distingue pas facilement les limites d'application de méthodes statistiques complexes et souvent approximatives du fait surtout des interdépendances entre les données écologiques et de l'absence de référence à des distributions théoriques démontrées.

On peut apercevoir des schémas d'analyse dans la littérature mais il est rare de trouver une démarche précise et directe, une sorte de « recette ». Wildi (1992) explique à ce sujet que divers auteurs ont démontré que la solution optimale était déterminée quand toutes les combinaisons possibles de groupes de données avaient été testées. Il est pour l'instant évident que la tâche dépasse le plus performant des

ordinateurs. Les algorithmes sont souvent itératifs : Legendre (1998) parle dans cet esprit de la recherche d'une solution « stable ».

Il s'agit donc, même si la tâche est complexe, d'adapter les diverses étapes d'analyses à la nature des données et du problème à résoudre. Il transparait en effet quelquefois en lisant les considérations des spécialistes (Wildi à propos de Decorana et Legendre et Legendre de manière plus générale) que certains travaux ont été guidés par la disponibilité de logiciels dans le centre de recherche ou par l'attractivité d'une méthode d'analyse particulière.

L'étude des données de la zone de Beforona s'appuie sur deux logiciels : Mulva et Canoco qui correspondent effectivement à des logiciels couramment utilisés en Suisse, Mulva au FNP et à l'EPPZ, Canoco à l'Université de Neuchâtel. Le premier est souple et permet de comparer une large gamme d'analyses multivariées, tandis que le deuxième permet de produire des analyses canoniques des correspondances.

3.6.2 La démarche classique d'analyse

Le schéma général d'analyse débute par la **réalisation d'un tableau phytosociologique** dont les relevés forment les colonnes, et les variables les lignes : les espèces (végétales dans notre cas) et les descripteurs écologiques (pH, relief, etc.). A l'intersection des lignes et de la colonne x , on retrouve la valeur des variables pour le relevé x .

Selon la distribution et l'unité de mesure des variables, il s'agira de transformer les valeurs afin que celles-ci deviennent quantitatives (a), comparables entre elles et adaptées aux méthodes d'analyse (b) ; c'est l'étape de **transformation et pondération des données**.

Les choix des modes de transformation (données centrées, standardisées, normalisées) ne sont pas sans conséquence puisqu'ils influencent le poids des mesures qui vont être traitées ultérieurement. Les transformations pourront ou devront être différentes si elles s'appliquent aux descripteurs écologiques, aux espèces ou aux relevés.

Une fois les mesures du tableau transformées, il s'agit de comparer les données entre elles. C'est l'étape du choix des **mesures de ressemblance** (de similarité, de distance ou de dépendance). Le but de l'opération consiste à mesurer la parenté entre toutes les paires d'objets, et de se servir de ces mesures pour dégager les tendances principales et la variation de ces données (**ordination**), ou encore pour délimiter des sous-ensembles d'objets (**groupement, classification**) à l'aide de divers algorithmes de groupement (à liens simples, complets ou intermédiaires).

Plusieurs auteurs ont suggéré de mener de concert groupement et ordination d'un complexe d'objets (Sneath et Sokal, 1973 ; Field et al., 1982 ; Legendre, 1998). Les groupements et les ordinations synthétisent la variabilité des données d'origine et la présentent sous une forme interprétable.

L'interprétation peut être effectuée visuellement sur la base de l'observation des dendrites (arbre de ressemblances) et des tableaux mais elle peut être renforcée, entre autres, par des **ordinations sous contrainte** (Borcard et Buttler, 1997), des **analyses discriminatives** (quels sont les facteurs explicatifs des groupements ?) ou des **tests par permutations aléatoires** qui ont l'avantage de générer leur propre distribution de référence et de ne plus dépendre d'une distribution théorique.

3.6.3 La démarche suivie pour l'analyse des données de Beforona

La structure des données récoltées est classique : l'échantillon est formé de relevés botaniques disséminés de manière *quasiment* aléatoire dans les trois terroirs d'étude (voir chapitre 3.1 et cartes en annexe 7). Le critère utilisé pour quantifier la présence des espèces est le taux de recouvrement, selon les indices de Braun-Blanquet. Pour l'ensemble des relevés, le relief, le terroir et l'âge de la végétation sont connus (pour les très rares relevés forestiers, l'âge a été estimé). Sur *une partie* des sites, d'autres descripteurs ont été relevés, en particulier des variables pédologiques, de biomasse et de composition chimique de la végétation.

La base de données comprend 252 relevés et 752 espèces dont plusieurs plantes, essentiellement forestières, apparaissent très rarement. Les espèces dont la présence était inférieure à 3 ont été éliminées et 463 espèces ont été incluses dans le processus d'analyse.

Deux problèmes principaux rendent les analyses quelques peu difficiles :

- Sur les 252 relevés, la majorité a été menée en jachères alors que le reste provient de zones savanisées ou forestières secondaires. L'analyse de l'ensemble des relevés fera certainement ressortir la distinction relativement triviale de ces formations mais masquera les groupements de jachères que nous aimerions caractériser plus précisément.
- Les relevés n'ont pas tous été menés par la même équipe et il en est de même pour les déterminations botaniques. Il y a donc un risque d'inhomogénéité qui pourrait influencer les résultats.

Le premier de ces problèmes est possible à contourner en débutant par une analyse descriptive totale des relevés, puis en se concentrant sur les formations les plus intéressantes (stratification ou division des données). Par contre, le deuxième problème pourra induire un biais qui sera beaucoup plus complexe à contourner sans en arriver à des modifications subjectives des données de base. Il s'agira donc de les détecter et de traiter les groupements « artificiels » avec précaution, éventuellement en les écartant de la base d'analyse.

Pour les étapes d'analyse descriptive, le logiciel Mulva a été utilisé. Il possède une large gamme de choix, tant au niveau de la transformation des données que des mesures de ressemblance et des analyses proprement dites. Outre l'interprétation visuelle, il permet également d'effectuer une analyse de la « qualité » d'un tableau, ainsi qu'une analyse discriminante qui démontre l'influence des descripteurs écologiques sur la structure des données. Canoco, un autre logiciel d'analyse numérique, sera également utilisé pour détecter l'influence des facteurs de stations sur la composition de la végétation (ordination sous contrainte).

Classification à l'aide du logiciel Mulva (cf. Wildi et Orloci, 1996)

Le logiciel Mulva comprend certaines applications standards (programmation automatique d'une suite de modules, partant de l'initialisation à la transformation des données, aux analyses, etc.) pour la réalisation d'un tableau phytosociologique ordonné. Cette procédure suit la démarche du « Tabellenarbeit » de Mueller-Dombois et Ellenberg (1974) qui a été décomposée par Wildi (1989). L'application proposée dans le logiciel a été modifiée pour y inclure plus de dialogues, de possibilités de choix personnels, et elle sera utilisée pour un *processus itératif de réalisation de tableau*.

Pour chaque étape de ce processus, divers facteurs de transformation ou mesures sont testés et les tableaux qui présentent les meilleures valeurs de Khi carré et valeurs propres de l'analyse de concentration de Feoli et Orloci (1979) ont été imprimés et analysés visuellement. Les choix définitifs ont été faits sur la base de l'observation des tableaux plus que sur la valeur des coefficients de concentration, parce que les tests statistiques sont à traiter avec prudence en fonction de la non-multinormalité des données (Wildi, 1992). Des valeurs qui décrivent la concentration des présences d'espèces à l'intérieur des groupes de relevés, donc qui permettent de comparer la qualité de différents tableaux, le K_{hi2} représente la plus fiable (Wildi, comm. pers.).

Au début, le nombre de groupes de relevés et d'espèces a été gardé fixe pour les comparaisons, dans des ordres de grandeur correspondant aux conseils de Wildi (1992) : pour obtenir des groupes de 10 relevés, 20 groupes sont proposés sur les 252 relevés et le nombre des groupes de relevés a été fixé à 100 (5 fois plus que pour les relevés). Par contre, pour la réalisation du premier tableau, aucun relevé aberrant n'a été écarté puisqu'il a pour but de donner une représentation d'ensemble des groupements de relevés et d'espèces étudiés. Si l'ordination présente le gradient qu'on voulait démontrer (forme en fer à cheval avec une interprétation possible des extrémités), il est possible de le faire (Wildi, comm. pers.). Sur les 463 espèces, les 400 espèces qui distinguent le mieux un groupe de l'autre (les plus discriminantes) seront maintenues dans le tableau. Ce dernier (voir tableau joint en encart) s'apparente donc à une analyse descriptive phytosociologique, établi avec un choix raisonné des algorithmes de transformation et des analyses.

La démarche standard se décompose comme suit :

- Etablissement des groupements des relevés (transformation des données, établissement d'une matrice de ressemblance, établissement des groupements) ;
- Réalisation d'une analyse des correspondances (AFC) qui permettra d'ordonner la séquence des espèces à l'intérieur des groupements établis ;
- Etablissement des groupements d'espèces (cf. groupements de relevés) ;
- Analyse de concentration ;
- Réarrangement interne des groupements des relevés et espèces en fonction des résultats de l'analyse des correspondances ;
- Analyse discriminante des espèces pour ne garder que celles qui distinguent le mieux les groupements entre eux ;
- Réalisation du tableau.

L'application type débute par une **transformation des données pour le groupement des relevés**. L'étape consiste entre autres à transformer les données codées des indices de recouvrement en données quantitatives. Van der Maarel (1977) a proposé une méthode de transformation souple qui permet de passer d'une analyse en présence-absence (abandon des indices de recouvrement, 0 ou 1) à une surévaluation des taux de recouvrement (0, 4, 16, etc.), en fonction des objectifs de l'analyse.

En général, la présence d'une espèce est plus significative du point de vue écologique que son abondance, il faut donc diminuer les variations quantitatives des données ordinales (+, r, 1, 2, 3, 4, 5 ont déjà été transformés en valeurs de 1 à 7). Même si les analyses en présence-absence sont plus performantes en termes mathématiques, il est dommage de perdre toute l'information d'abondance : un léger poids sera donné aux indices de recouvrement pour ne pas perdre de vue l'abondance des espèces dominantes, importantes dans les jachères. *La démarche standard opte pour une racine carrée des valeurs ordinales mais nous avons opté pour une transformation plus proche de présence-absence ($y = x^{0.25}$), qui mène logiquement à de meilleurs résultats*. Deuxième étape, la transformation vectorielle (normalisation) des relevés va donner un poids plus important aux espèces fréquentes, alors que la normalisation des espèces provoquera une plus forte considération des relevés riches en espèces (Wildi, 1992). Les deux types de transformation aboutissent à des tableaux sensiblement différents mais la normalisation des espèces donnent de meilleurs résultats quantitatifs dans les mesures de concentration.

Après observation visuelle, cette normalisation des espèces, en fonction des relevés forestiers riches en espèces, donne effectivement des groupements plus fins pour les relevés forestiers mais englobe les relevés de jachères de manière plus grossière. Avec nos données, ce type de transformation serait utile pour étudier la dynamique des jachères abandonnées et le caractère discriminant de quelques espèces rares. Avec la normalisation des relevés, les groupements de relevés sont plus homogènes en taille et la plus forte considération des espèces dominantes des jachères du cycle de culture permet de mieux mettre en valeur leur caractère déterminant dans l'évolution des parcelles à long terme. Les interprétations sont en fait complémentaires mais, afin de mettre en relation la classification générale avec l'étude ultérieure plus précise des jachères du cycle cultural, *la normalisation des relevés a été maintenue, comme dans le cas de l'application standard*. Elle diminue donc les différences de poids entre relevés de différentes tailles (somme des recouvrements d'espèces) et augmente la considération des espèces fréquentes. Pour en revenir aux difficultés de la détermination botanique, cette alternative diminue aussi le risque de s'appuyer sur de fausses déterminations puisque les espèces fréquentes sont les mieux connues.

On passe à la réalisation de la matrice d'association en utilisant une **mesure de ressemblance**. Deux types d'analyse de ressemblance sont à distinguer: en mode Q (entre relevés) et en mode R (entre descripteurs, facteurs stationnels ou espèces). On utilise des coefficients de distance ou de similarité pour le mode Q et de dépendance pour le mode R (Borcard et Büttler, 1997). Le problème des doubles zéros prend une place importante : est-ce une similitude entre deux objets (dans ce cas, les coefficients sont appelés symétriques) ou non (coefficients asymétriques) ? Lorsqu'on analyse des abondances d'espèces, il est préférable d'utiliser des indices asymétriques (Legendre, 1998). Cet argument est à prendre en compte puisque le tableau analysé comprend 92,9% de zéros, ce qui est à imputer à la grande variabilité entre les espèces des relevés forestiers et les autres. En outre, comme les distributions sont généralement différentes pour les valeurs à comparer en mode Q ou en mode R, il est recommandé d'utiliser des coefficients différents pour les deux types d'analyse (Wildi, 1986). L'application propose ici un produit croisé centré (*cross product, centered*) mais les valeurs de l'analyse de concentration sont légèrement plus élevées et identiques entre elles avec l'utilisation du produit scalaire non-centré, de l'indice d'Ochiai et de

la distance de sécante, tous asymétriques (voir Borcard et Büttler, 1997). Ces mesures donnent des tableaux identiques, en fonction des transformations préalables qui ont été faites.

En centrant les données, on atténue les variations entre espèces à fréquences d'apparition différentes et, dans le cas de nos relevés, les différences sont importantes entre les relevés forestiers, riches en espèces rares, et les relevés de jachères moins riches en espèces mais avec des espèces fréquentes. *Le produit scalaire centré a été retenu* parce qu'il ne donne pas de mauvais résultats quantitatifs et que ce choix nous permet d'utiliser une mesure de ressemblance différente pour les espèces. De plus, la distance euclidienne (d'effet identique à la distance de sécante, à l'indice d'Ochiai, etc.) est déconseillée pour les comparaisons de relevés si la richesse floristique est fortement variable.

Le choix suivant concerne les groupements, plus précisément les méthodes ou algorithmes de groupement. Trois algorithmes de processus agglomératifs sont suggérés avec Mulva : le groupement à liens simples, complets ou du minimum de variance. Pour les associations d'espèces, Legendre et Legendre (1984) préconisent l'utilisation des liens complets ou de groupements probabilistes, dont les calculs sont lourds mais l'algorithme consistant. Wildi (1986) précise que chaque méthode donne des résultats relativement semblables mais dépend de la séquence de départ des données. En effet, on rassemble d'abord les voisins les plus proches en groupe de deux. Le regroupement par liens simples peut garder dans un même (grand) groupe des relevés issus d'un gradient ; Wildi parle d'un effet de chaîne. Cet effet est très fortement ressorti de l'observation des dendrogrammes du test puisqu'un énorme groupement de jachères a été formé alors que les relevés forestiers ou fortement dégradés ont été réduits à des groupements d'un ou deux relevés. Cet effet a également fortement influencé les résultats de l'analyse de concentration ; la valeur de concentration des groupements de peu de relevés fausse le calcul mais aboutit à une meilleure valeur de concentration générale. L'utilisation des liens complets se prête mieux aux données d'origine naturelle, mais la méthode est peu robuste, au contraire du processus de la variance minimale (Wildi, 1986). Sur ces bases bibliographiques et parce que cette dernière méthode ne formait pas de trop petits groupements (au contraire des liens complets qui distinguaient aussi certains relevés en groupe unique), *la méthode de la variance minimale (Orloci, 1967) a été gardée*, comme dans l'application standard.

Alors que la méthode de la variance minimale tente de réduire la variabilité interne des groupements, **l'analyse des correspondances** qui suit a pour but d'ordonner les espèces et relevés dans les groupements avec une séquence interprétable. Les transformations scalaires et vectorielles proposées par l'application de Wildi ont été conservées : pour améliorer la symétrie de la structures des données, *on applique une transformation logarithmique ($x' = \ln(x+1)$), transformation plus forte que la racine carrée*). La transformation vectorielle et la mesure de ressemblance sont dictées par le type d'analyse. On utilise la *matrice d'association des relevés* pour les données comportant un nombre élevé d'espèces. Une analyse de contingence nécessite un nombre de descripteurs plus grand que les observations. L'analyse des correspondances donne une ordination des relevés et des espèces.

Etape suivante : **la transformation des données pour le groupement des espèces**. L'application proposait une *transformation scalaire de $x' = \log(x+64)$ qui a été conservée* après de nombreux essais. Cette transformation apportait des groupements fins d'espèces qui illustraient le mieux les groupements d'espèces fréquentes. *La normalisation des vecteurs espèces a été maintenue*, comme dans l'application et pour permettre la comparaison des facteurs stationnels. Les meilleures mesures de ressemblance (du point de vue concentration) étaient de nouveau le produit scalaire non-centré, l'indice d'Ochiai et les distances euclidiennes ou de corde. *La distance euclidienne a été maintenue*, pour tenir compte des différentes fréquences d'apparition des espèces. Comme mesure de groupement, *l'algorithme des liens complets a encore une fois été conservé* pour bien distinguer le traitement des relevés de celui des espèces, dont la distribution réelle est en général différente.

En fin de compte, le choix reposait sur une utilisation répétée (relevés et espèces) des indices (produit scalaire non-centré, Ochiai, etc.) donnant une meilleure concentration des cases du tableau, et une utilisation d'indices de ressemblance différents pour les relevés et les espèces, selon les conseils de Wildi (1996). Chacune des solutions a été interprétée graphiquement et une fois encore, les informations semblent complémentaires. Cette complémentarité a été illustrée par une analyse discriminante faite à l'aide des seules données quantitatives connues pour tous les relevés : la combinaison produit scalaire centré pour les relevés et distance euclidienne pour les espèces donne des groupements qui sont très étroitement corrélés avec l'altitude, qui est entre autres une expression de la dégradation des ressources.

La double utilisation des distances euclidiennes (ou autre coefficient d'effet identique) présente une moins forte dépendance avec l'altitude mais plus forte avec l'âge, dont les effets s'expriment donc mieux dans cet autre tableau.

La suite de l'application n'est plus à discuter puisqu'il s'agit principalement de manipulations de tableau. L'analyse de concentration (citée ci-dessus) sert en fait à placer les blocs les plus concentrés en diagonale, pour suivre les anciennes démarches phytosociologiques et pour faciliter l'interprétation visuelle. Elle se base sur les résultats des *clustering* (méthodes de groupement) des relevés et espèces. On utilise ensuite la séquence donnée par l'analyse de concentration pour les groupements et la séquence interne des espèces est donnée par l'analyse des correspondances. Enfin, on effectue une analyse discriminante sur les espèces pour ne garder dans le tableau que celles qui distinguent le mieux un groupe de l'autre. Un exemple d'application complète pour l'établissement du tableau se trouve en annexe 8. Cette succession d'analyses et transformations donne un tableau qu'on peut convertir sous format Excel.

Interprétation écologique des données

Il existe deux voies distinctes pour interpréter des données de ce type : soit on tient compte de la classification établie qu'on transforme généralement en table de contingence pour analyser la relation de ces groupements avec les descripteurs, soit on effectue une analyse de gradient qui se base sur l'ensemble des données non-groupées, sur les matrices de ressemblance.

Pour le tableau général, comme pour la suite, nous avons tenté d'observer les deux types de relation : entre descripteurs et groupements formés, et entre descripteurs et l'ensemble des espèces ou relevés (analyses de gradient). Pour les analyses de groupements formés, on peut passer par une interprétation visuelle, par une analyse statistique (dépendance des facteurs avec les groupements de relevés, analyse discriminante) ou enfin par une analyse de concentration entre groupements classés en fonction d'un descripteur et des groupements d'espèces ou des espèces.

Pour les analyses de gradient, on ne forme pas de groupements mais on établit une matrice de ressemblances sur laquelle on va travailler. La première méthode proposée est nommée ordination indirecte par Wildi : on utilise la faculté des ordinations d'exprimer les relations entre relevés à l'aide de peu d'axes et on essaie de les faire correspondre avec un descripteur. Le problème majeur réside dans le manque de linéarité de la relation entre les descripteurs et les axes. Pour l'éviter au maximum, on « linéarise » les résultats de la matrice de ressemblance avec un module spécial (FSPA) avant de passer à une analyse en coordonnées principales (une ordination). Ensuite, on établit une corrélation entre ces axes et les descripteurs. La deuxième méthode est une ordination directe « fuzzy » (Roberts, 1986, dans Wildi 1992) qui donne une valeur réelle entre 0 et 1 à chaque descripteur et qui le compare à une valeur « apparente », en fonction des données floristiques du relevé. Il est enfin possible d'effectuer une autocorrélation. La méthode calcule la corrélation entre les similitudes ou distances floristiques et les différences entre les descripteurs. La méthode passe par une catégorisation des descripteurs, par une table de contingence, et il en résulte un coefficient de corrélation (test de Mantel). La relation entre les classes du descripteur et les différences provenant de la végétation peut être interprétée comme un corrélogramme.

Chacune de ces méthodes d'analyse de gradient a été testée avec le tableau général, en utilisant les coefficients proposés par Wildi : transformation scalaire par la racine carrée, normalisation des relevés et coefficient de Van der Maarel pour la matrice de ressemblance.

Pour compléter une interprétation qui ne peut plus être développée que selon l'altitude et la pente, nous avons travaillé à l'aide des données pédologiques récoltées. Elles réduisent la matrice à étudier puisqu'elles n'ont été relevées que sur une partie des sites. La même démarche que pour le tableau général sera appliquée à cette matrice réduite. Cette manière de faire devrait faciliter la correspondance entre les deux tableaux pour des extrapolations futures. Les seules différences s'opèrent logiquement sur le nombre de groupes de relevés et d'espèces à former. 15 groupes de relevés, 75 groupes d'espèces et les 100 espèces les plus discriminantes (caractéristiques des groupements) ont été choisis.

Analyse canonique des correspondances

L'analyse canonique des correspondances correspond à une analyse de gradient dite « directe » au même titre que l'ordination « fuzzy » de Roberts proposée dans Mulva (Wildi, 1992). L'ACC permet de « contraindre » les axes de l'ordination à être exprimés par une combinaison linéaire des variables explicatives utilisées, donc des facteurs écologiques. Ils deviennent des axes *canoniques* dont les valeurs propres sont liées aux corrélations entre les variations des variables explicatives et de la matrice totale.

Dans un premier temps, pour une analyse globale, nous avons formé des axes canoniques qui tenaient compte de toutes les variables explicatives. Les valeurs propres de l'ensemble des axes de l'analyse canonique ont donné une faible (mais relativement habituelle) proportion « d'explication » de la variance totale (16%, somme des valeurs propres des axes canoniques divisée par l'inertie totale). En cas de faible pourcentage, Borcard (non publié) propose une marche à suivre qui démontre dans notre cas que les variables explicatives sont bonnes et que le faible pourcentage de la variance est dû « à un grand nombre d'espèces rares et/ou à la présence d'un grand nombre d'axes mineurs générés par de petits groupes d'échantillons qui se distinguent les uns des autres par la présence d'une ou deux espèces caractéristiques ». Borcard et al. (1992) ont présenté cette méthode qu'ils dénomment en français « décomposition de variance » (*variance partitioning*). L'analyse avait pour but de grouper les variables en trois catégories (l'altitude et les terroirs comme indicateurs indirects de la répétition passée des mises en culture, variable « anthropique » ; l'âge des jachères comme variable biotique ; enfin le relief et les variables pédologiques comme variables abiotiques stationnelles). L'idée est de voir quel groupe de variables semble le plus corrélé aux variations de la végétation (à la structure de la matrice végétation). Le résultat a démontré que les variables abiotiques, plus que l'âge de la végétation ou l'altitude, influençaient la composition de la végétation mais il a été abandonné parce qu'il y avait trop de risques que les variables explicatives non significatives influencent le résultat par « leur bruit » (*Rauschen* pour Wildi), c'est-à-dire par l'effet des valeurs de corrélations aléatoires, non écologiques. De plus, le nombre de variables par groupe (âge, variables abiotiques, altitude) diffère, ce qui a pour effet que plus il y aura de variables, plus le groupe deviendra explicatif par le seul effet de la somme des bruits.

Pour préciser l'analyse, Canoco permet de réaliser des tests par permutations aléatoires de Mantel pour vérifier la pertinence de l'utilisation (« le pouvoir explicatif») de chaque variable. « Le test dit en fait si les similarités entre objets calculées sur la base des espèces sont corrélées significativement avec les similarités calculées sur la base des mesures environnementales » (Borcard et Büttler, 1997). Il est possible de faire une régression « pas à pas » qui a pour but de tester et de retenir les variables significativement explicatives.

Un modèle a été formé sur la base des variables explicatives significatives. Si on effectue une analyse sous contraintes avec ces variables, les axes d'ordination auront une relation quantitative avec ces variables. Nous avons formé ce modèle et l'équation de régression multiple expliquant chacun des axes canoniques en fonction des variables explicatives est présentée dans les résultats. Un test par permutations a été réalisé pour déterminer si la relation entre les données « espèces » et les valeurs des variables environnementales était aléatoire : les « p-values » indiquées dans l'ordination démontrent qu'elles sont corrélées pour les 2 premiers axes canoniques de l'ordination.

4. Résultats

4.1 La création des terroirs villageois et la tenure foncière

4.1.1 La formation des villages dans la falaise Est

L'évolution du couvert végétal au cours du 19^e siècle a été décrite par Zurbuchen (1996) sur la base de récits d'explorateurs retraçant leurs voyages entre Brickaville et Moramanga. Au début du 19^e siècle, le littoral et la partie inférieure des basses collines étaient déjà déboisés et savanisés. Par contre, la zone forestière, qui subsistait de la partie supérieure des basses collines jusqu'à la crête principale de la falaise *betsimisaraka* (zone forestière de l'étude), a été progressivement défrichée de l'ouest vers l'est, faisant ainsi reculer le front des grands massifs forestiers jusqu'à sa situation actuelle, sur les plus hautes altitudes de la crête principale. Depuis un couvert forestier relativement fermé, le paysage s'est donc transformé d'abord en mosaïques de forêts, de *tavy* et de jachères, s'est caractérisé ensuite par la disparition quasi totale du couvert forestier, et enfin s'est encore diversifié en paysages parsemés de *tavy*, d'autres cultures (manioc, bananes, café, gingembre, ananas, arbres fruitiers, etc.), de jachères et de savanes ou autres formations dégradées.

Avant le 19^e siècle, les villages côtiers, parmi les plus anciens de la zone, utilisaient probablement la ceinture herbeuse du littoral et des basses collines comme pâturage extensif pour l'élevage de zébus. Les conditions écologiques particulières, notamment des sols très sableux, et les modes d'exploitation, peut-être la culture sur brûlis mais certainement aussi l'usage de feux de brousse pour le renouvellement des pâturages, pourraient expliquer cet environnement végétal particulier et ancien. Il existait dès le 18^e siècle un commerce de bétail qui transitait à peu près par l'axe de transport Moramanga-Brickaville (l'autre axe se situant entre Ambatondrazaka et Fenoarivo-Antsinanana, appelé le sentier des contrebandiers), ce qui tendrait à confirmer l'hypothèse d'une influence du feu, sous une forme ou une autre, sur cette bande savanisée du bas de la falaise.

Comme ce couloir d'environ 40km existait très tôt, il est probable que le mouvement migratoire et « défricheur » décrit n'ait pas été continu, depuis la côte en remontant vers l'ouest, mais qu'il y ait plutôt eu des migrations ponctuelles et souvent définitives, d'origines variables, visant principalement la colonisation de terres nouvelles, le commerce le long d'un axe de transport important, et enfin la maîtrise du pouvoir colonial ou étatique. Les migrants provenaient probablement des zones contiguës, de la côte ou de la plaine de la Mangoro, mais aussi des Hautes-Terres. En effet, c'est au cours du 19^e siècle que Radama I fit deux voyages d'Antananarivo jusqu'à la côte et qu'ensuite les *Merina* des Hautes-Terres débutèrent une politique coloniale (cf. Brand, 1998). Si on se réfère au manque de confiance des *Betsimisaraka* en l'Etat (Althabe, 1982), il serait logique que les délégations de la monarchie, et ensuite des autorités coloniales puis étatiques, aient créé des migrations internes importantes au sein même des localités *betsimisaraka* (littoral ⇒ falaise et route ⇒ campagnes). D'autre part, il est probable que les récits issus des voyages importants de Radama I et des autres utilisateurs de la route avaient entraîné une immigration, de *Merina* et de divers commerçants, notamment d'origine chinoise.

Les anciens défricheurs se sont donc probablement installés directement à proximité de leurs nouvelles terres, plutôt que d'effectuer une transhumance annuelle entre leur habitat d'origine, relativement lointain, et les zones forestières. Ils semblent avoir favorisé les zones proches de la côte, à forte densité de population, et les basses collines où le relief est moins découpé que plus à l'ouest. Les défrichements ont progressé surtout à partir de villages étapes ou attractifs, comme devaient l'être Ambavaniasy (par les possibilités d'embauche dès le début des exploitations forestières coloniales), Beforona et Ampasimbe (centres administratifs et commerciaux).

En revanche, depuis les basses collines et les villes étapes, il est probable que de nouveaux villages avaient été créés avec le concours d'un autre processus, beaucoup plus régulier et continu : l'extension des terroirs par les défricheurs et la création de nouveaux villages par quelques lignages qui se sont installés dans des vallées forestières inoccupées. La progression aurait ainsi effectivement suivi une direction est-ouest prioritaire et générale, mais aussi une direction secondaire depuis la route vers les campagnes (axe N-S). Brand (1998) parle d'extension « en étoile » puisque les défricheurs favorisaient logiquement les fonds de vallée et suivaient ensuite le parcours des cours d'eau secondaires. Si on en juge

par la situation effectivement observée en périphérie forestière, plusieurs conditions socio-économiques poussent des familles voire des lignages à s'isoler : certains conflits, une nécessité ou une volonté économique d'extension plus individuelle des terres ou encore une insertion sociale trop faible parmi les lignages dirigeants (correspondant à un accès trop restreint aux anciennes jachères de plaine ou de bas de pente).

4.1.2 La formation des villages principaux de l'étude

Ces informations résultent de discussions ouvertes liées à l'organisation sociale par lignages (enquête préliminaire) et à l'accès aux terres (pendant la cartographie de terroir).

Salampinga, le terroir « dégradé »

Le terroir de Salampinga (ou Sahanampinga) a été défriché par des ancêtres dont les origines nous sont inconnues mais dont les descendants principaux sont actuellement installés à Ampasimbe, chef-lieu de la Commune qui comprend Salampinga. Il est probable que les défrichements aient été effectués depuis Ampasimbe, puisque la localité était déjà connue comme village étape (Hastie, 1817) et que le *tangalamena* (chef traditionnel) actuel nous a précisé que les terres de Salampinga représentaient auparavant des réserves de terres et des pâturages pour les habitants d'Ampasimbe. Parmi les *ray amand'reny* d'Ampasimbe ayant des droits coutumiers sur Salampinga, seule une famille est revenue dernièrement s'installer à Salampinga de manière permanente pour jouir de ses terres. Elle a pu y accéder grâce à ses origines et au fait qu'elle avait jusqu'alors maintenu en culture une rizière irriguée, gardant par là le contact avec la population. Peu lié à cette jeune famille, le *tangalamena* reste encore sous la domination de ses aînés d'Ampasimbe, même s'il a l'avantage d'être resté sur ses terres. Malgré un très ancien conflit qui oppose le *tangalamena* à son *vavanjaka* (porte-parole ou « vice-chef »), un immigré de longue date, il existe une assez bonne cohésion à l'intérieur des familles installées depuis au moins la moitié du 20^e siècle. En revanche, un nouveau groupe d'immigrants s'est installé plus récemment grâce à l'appui du *vavanjaka* : il s'agit d'une famille de Vatomandry (littoral Est, zone d'origine du *vavanjaka*) convertie à la religion adventiste et qui rencontre des problèmes d'intégration au sein de la population.

Le cas de Salampinga illustre l'importance et la solidité des liens généalogiques : même après avoir habité dans un autre village, si leurs ancêtres sont reconnus, les descendants des fondateurs ont bénéficié d'un accès aux terres. En revanche, même après de nombreuses années, les immigrants obtiennent difficilement un statut comparable, à l'exemple du *vavanjaka*, dont la famille est probablement aujourd'hui encore considérée comme socialement inférieure. Lorsque les familles d'immigrants deviennent nombreuses, que les alliances par mariage voire *fatidra* (alliance de sang) ont été judicieusement opérées, et qu'elles ont suivi une stratégie de mise en culture et de commerce opportuniste, le nombre de leurs représentants et leur richesse leur confèrent de plus en plus de poids social au sein de la société. C'est ainsi qu'un immigrant a pu devenir *vavanjaka* à Salampinga et qu'il a pu offrir quelques terres aux nouveaux arrivants, même si cette initiative entraîne quelques troubles.

Fierenana

Le village de Fierenana a été fondé grâce au regroupement sur le site actuel de familles qui habitaient déjà dans le terroir. Il existait un hameau d'immigrants *merina* qui s'étaient isolés hors de portée de vue des voyageurs, un autre de travailleurs routiers habitant vers Marovolaovo, et le dernier formé par une famille qui s'était installée au milieu des rizières de la large vallée du terroir, ces deux derniers groupes étant probablement à majorité *betsimisaraka*. Les anciens constructeurs utilisaient des pâturages qui se situaient à proximité de la route mais comme on leur aurait interdit de garder leurs troupeaux vers le chantier, ils se sont éloignés et ont rejoint Fierenana. Alors que l'ancien site d'habitation des travailleurs, Marovolaovo, a été recolonisé par des immigrants du Sud-Est, trois clans datant de cette époque existent encore dans les villages de Fierenana et Vakampotsy. L'un d'entre eux est même à l'origine de la fondation du village frère, Vakampotsy, et tous se considèrent dorénavant *Betsimisaraka*.

Le cas de Fierenana nous présente trois motifs de migration : une volonté colonisatrice (ou plutôt une nécessité dans ce cas précis, comme le rapporte Rasoarainivo 1997) de *Merina* qui se sont installés sur des terres inoccupées, un recul contraint mais aussi une crainte vis-à-vis de l'autorité et des dangers de la route (les voyageurs sont généralement considérés comme dangereux et il aurait été provocateur de montrer ses zébus, sa richesse, aux passants) et enfin, une recherche de terres fertiles. La large vallée de

Fierenana, irrigable, représente une composante productive peu fréquente des terroirs villageois de la région. Ce sont les immigrés *merina*, habitués à la riziculture irriguée, qui l'ont promue à Fierenana.

Ambohimarina (terroir comprenant les villages étudiés d'Ambodiaviavy et de Bemanasy, ainsi qu'Ambavaniasy et Ampamelona)

Ambavaniasy a été fondé par des *Bezanozano* provenant de la région de Moramanga. En arrivant, ils ont demandé du terrain au *tangalamena* de Tanambao (au nord d'Ambavaniasy et à l'ouest de Fierenana) mais comme le don de terres leur semblait trop restreint, il y eut des conflits et un grand-père fut tué à Ambavaniasy. Le respect traditionnel dû aux personnes âgées aidant, l'acte a eu pour effet de faire cesser les tractations et c'est ainsi que Tanambao a dû céder une partie supplémentaire de son terroir aux descendants du grand-père tué. Le *tangalamena* d'Ambavaniasy, Remintsara, était le petit-fils du grand-père, et son frère s'est installé à Ambohimarina. Ambohimarina est le village fondateur des trois autres villages existant actuellement, Ampamelona, Ambodiaviavy et Bemanasy, et il se présente encore comme maître traditionnel de tous les villages, y compris Ambavaniasy. Lorsqu'il n'existait qu'Ambavaniasy et Ambohimarina, une grave épidémie a touché Ambohimarina dont la population a décidé de migrer aux alentours. Les lignages (ou plutôt les sous-lignages puisque quasiment toutes les familles proviennent de mêmes ancêtres) se sont dispersés et ont fondé Ambodiaviavy, très proche d'Ambohimarina, Bemanasy, plus au sud de la même vallée, et Ampamelona, dans une autre vallée au nord. Une fois les problèmes sanitaires réglés, plusieurs villageois sont revenus à Ambohimarina alors que certains « sous-lignages » sont restés sur leurs nouvelles terres.

Au cours de l'histoire, Ambavaniasy a été fortement influencé par l'exploitation du bois dirigée par une société dénommée « la Grande Ile ». Cette pression extérieure pourrait partiellement expliquer un exode *betsimisaraka* depuis ce village, qui compte maintenant une forte proportion d'immigrants pour la région. Actuellement, les sous-lignages se sont précisés et, outre Ambohimarina, il existe des *tangalamena* pour tous les autres villages. Ceux d'Ampamelona et d'Ambodiaviavy restent clairement sous la tutelle du *tangalamena* d'Ambohimarina alors que la population de Bemanasy s'est forgée une identité propre et s'est détachée d'Ambohimarina, suite à des différends sociaux et grâce à la présence de quelques *ray amand'reny* d'origine ancienne, et de notoriété quasiment égale à la famille du *tangalamena* d'Ambohimarina. D'ailleurs, lors de la période d'étude, c'est le *tangalamena* de Bemanasy qui était chargé d'administrer Ambavaniasy. Après le décès récent du *tangalamena* d'Ambohimarina, le conseil des anciens avait décidé d'élire un *ray amand'reny* de Bemanasy pour lui succéder mais le fils direct de l'ancien *tangalamena* a pu user de son influence et de la peur qu'il engendre pour garder la maîtrise du village au sein de sa famille, ce qui démontre les luttes de pouvoir qui peuvent émerger sur le plan traditionnel.

Ce sont les familles de ces villages qui ont eu depuis longtemps un accès traditionnel et légitime aux forêts de Vohidrazana et qui défrichent encore de nouvelles surfaces. Les anciens d'Ambohimarina ont d'ailleurs gardé une réputation de chasseurs de sangliers et de bûcherons. Les chefs de famille qui défrichent actuellement sont souvent jeunes, quelquefois immigrants assimilés, et ils ont généralement des difficultés à obtenir des terres fertiles. Certaines familles se sont même installées en zone forestière et on observe diverses causes d'installation. Jean Noro de Bemanasy est né de père inconnu et a été adopté par les villageois grâce à sa mère. Il a choisi de cultiver dans des zones sans propriété établie, sur un replat important en lisière du massif de Vohidrazana. André Poefaka, frère d'un ancien bûcheron de la Grande Ile et toujours à l'affût d'informations externes et de contacts avec les étrangers, s'est installé dans la plaine de la grande vallée d'Ambavaniasy. Il a réparti les cultures familiales autour de son habitation et a même demandé, lors d'une opération cadastrale liée à la gestion des zones périphériques d'Andasibe, un titrage individuel pour ce qui est devenu maintenant sa « concession ».

L'évolution d'Ambohimarina démontre une fois de plus l'importance cruciale des lignages fondateurs et la persistance étonnante des connaissances généalogiques à travers le temps. Les règles ou moins les chefs traditionnels sont respectés dans tous les villages, même avec une forte proportion de migrants comme à Ambavaniasy. Les défrichements forestiers se poursuivent régulièrement même si la plupart des villageois d'Ampamelona, d'Ambodiaviavy, d'Ambohimarina et de Bemanasy préfèrent cultiver à proximité de leurs villages. Certaines familles sont obligées de cultiver en forêt par manque de terres ; son accès est donc aussi à considérer comme échappatoire pour les plus jeunes et les défavorisés. Les motifs d'installation définitive en zone forestière sont plus divers. Jean Noro a probablement voulu devenir autonome plutôt que de dépendre de sa belle-famille alors qu'André Poefaka a délibérément voulu

s'accaparer des terres, conscient de la valeur productive de la plaine d'Ambavaniasy et des bénéfiques que pouvaient procurer certains bois d'œuvre. Ce dernier a même bénéficié de la fonction écotouristique de la forêt puisqu'il est devenu guide touristique à Andasibe-Périnet, la réserve spéciale la plus visitée de Madagascar.

Dernier enseignement à tirer de ces exemples, la légère transformation de la notion de *tangalamena*. Théoriquement, il est affilié à chaque lignage et il devrait donc y en avoir plusieurs. Néanmoins, avec la multiplication des lignages, un seul deviendra le chef du village, celui qu'on appellera effectivement *tangalamena*. En général, ce sont les descendants les plus directs qui sont élus mais l'exemple du fils du *tangalamena* d'Ambohimarina démontre que les luttes de pouvoir existent et il est probable que les alliances informelles entre familles y jouent un rôle très important. Elles peuvent se réaliser au sein même d'un terroir, par affinités mais surtout à travers des mariages croisés, et de la même manière entre les villages. Il existe en effet un niveau supérieur au village ou terroir : le *telovohitra* (trois collines) qui marque la solidarité entre plusieurs villages amis. Cette réunion ne joue qu'un rôle relativement faible, essentiellement lié aux cérémonies traditionnelles, mais une relation marquée entre deux lignages importants de villages alliés reste un avantage social considérable. Dans ce sens, on peut rapidement observer que les descendants directs de *tangalamena* se marient facilement avec les enfants d'autres *tangalamena* alliés. Avec l'importance si reconnue à Madagascar du *fhavanana* (la parenté, l'esprit de famille) et le respect du *mpiray didindRazana* (selon Rasoarainivo 1997, l'intégration de tous les parents par alliance dans la vénération des ancêtres), les frais d'organisation des fêtes traditionnelles deviennent toujours plus difficiles à supporter par les familles résidentes, car les familles des brus sont invitées. Il est imaginable que la concentration des mariages des fils d'un lignage à des lignages ou des villages alliés provient en partie aussi de considérations économiques.

4.1.3 La tenure des terres traditionnelle et les lieux de résidence

La généalogie est logiquement incontournable pour traiter de l'accès aux terres, même si traditionnellement la propriété n'est pas réglée de manière individuelle. En fait, l'accès aux terres est dirigé d'une part par des croyances à caractère immatériel, et d'autre part par des logiques de fonctionnement qui s'en écartent toujours plus et qui deviennent tout à fait pragmatiques, en fonction des besoins en terres croissants de la communauté et de l'évolution des types de culture. Le principe traditionnel présumait un accès libre aux jachères (*jinjaranto* ; terres qui sont libres) pour tous les membres du *fokonolona* qui descendent des anciens cultivateurs ou qui ont été intégrés à la communauté. La terre appartient traditionnellement aux ancêtres (*tanind'Razana*), qui détiennent tous les pouvoirs et pourront agir sur le cultivateur si celui-ci enfreint certaines règles. Comme le *tangalamena* est le représentant des ancêtres parmi les vivants, c'est lui qui détient l'autorité coutumière et qui devrait gérer les réserves foncières (Razafindraibe, 1997). D'après Razafindraibe (1997) et Moor (à paraître), le système social est patrilocal, c'est-à-dire que les fils obtiennent l'héritage des rizières, des *tanimboly* et du bétail ainsi que l'accès aux terres en jachère de leurs parents, alors que les filles bénéficieront des terres de leurs maris. Les femmes, voire leurs enfants, gardent toujours un accès aux terres de leur terroir d'origine, si elles y restent (mariage avec un immigrant), en cas de divorce ou, maintenant aussi, en cas de manque de terres dans le terroir du mari.

L'accès actuel aux terres est plus compliqué et bien moins communautaire que ce que l'on pouvait croire après les premiers entretiens. Comme dans beaucoup d'autres régions de culture sur brûlis, la première mise en culture de sites forestiers donne un droit de préséance au défricheur pour les mises en culture à venir même si, comme le dit Boserup (1970), « les terres « libres » peuvent disparaître déjà avant qu'on soit arrivé au stade de l'agriculture ». Pour une famille actuelle, la répartition spatiale de ses sites « à accès prioritaire » (pour ne pas dire hérités ou individuels) pourrait donc dépendre des choix successifs passés de lieux de *tavy* par ses ancêtres défricheurs, mais aussi d'une répartition qui pourrait avoir précédé les mises en culture. Néanmoins, pour les sites les plus fertiles et proches des villages, on est tenté de penser qu'à l'époque, chacun a voulu les exploiter en priorité, ce qui aboutirait dans ces zones à une répartition complexe et imbriquée des droits d'accès de chaque famille. En outre, dans les zones forestières plus éloignées du village, il est aussi probable que, pour des raisons de sécurité ou simplement de convivialité, les anciens défricheurs se seraient plus ou moins regroupés pendant la saison de *tavy* et aient ainsi cultivé côte à côte. La réalité d'aujourd'hui démontre que la logique purement héréditaire, par parcelle, n'a pas été totalement respectée puisque les terrains lignagers ou familiaux actuels sont tout de même regroupés de manière relativement concentrique, ce qui implique que des conventions collectives de répartition des terres ont été discutées, avant et/ou après les mises en culture.

Dans la zone d'Ambohimarina, de colonisation récente, nous savons que les fonds de vallée ont été colonisés en premier : d'abord ceux de la vallée principale, puis ceux des vallées secondaires. C'est ainsi qu'on rencontre actuellement des jachères dans la vallée principale dont le défricheur était en fait l'ancêtre de presque toute la population du village. Ces jachères représentent maintenant des sites « parmi les plus communautaires » mais il est fréquent qu'une famille, à la suite d'exploitations régulières d'un endroit, se soit appropriée le terrain par ce que Razafindraibe (1997) nomme « l'acquisition par exploitation coutumière ». Si la logique de colonisation des terres liée au relief est encore d'actualité, les priorités d'accès obtenues grâce aux défrichements plus récents et par exploitation coutumière sont, d'après les dires paysans, beaucoup plus jalousement observées qu'auparavant. Lors des nouveaux défrichements forestiers, les membres d'une même famille (des frères par exemple) se cantonnent souvent dans un vallon secondaire particulier (cf. Brand, 1998) et il est rare qu'une personne d'une autre famille défriche les terrains forestiers qui se situent en bordure de ces *tavy*. Par conséquent, on a une colonisation raisonnée de nouvelles terres agricoles, concentrée par ménage voire par petite famille. De cette manière, les défrichements procurent des droits d'accès héréditaires plutôt que des droits d'usage temporaires. Quoique rares, des prêts de terres (ou don de l'usufruit) existent: on ne refuse normalement pas l'accès d'une jachère familiale à un villageois dans le besoin, mais cette faveur est limitée dans le temps.

Les acquisitions par défrichement ou par exploitation coutumière raisonnée (concentration des terrains) ont progressivement entraîné une maîtrise familiale des jachères. L'enquête effectuée dans les 6 villages, auprès de 42 ménages, confirme la proportion importante de terres strictement familiales cultivées pour le *tavy* et démontre également la faible fréquence des emprunts. En outre, il est probable que les accès communautaires cités sont en voie d'appropriation familiale. L'accès familial est ici compris comme l'accès réservé à un ménage et sa famille proche (parents, frères et sœurs) alors qu'une parcelle à accès communautaire dépend de plusieurs lignages (ce qui est le cas par exemple de certaines parcelles mises en culture par des ancêtres communs). Les emprunts sont réalisés sur des parcelles familiales pour des représentants d'un autre lignage.

Fig. 31 : Type d'accès aux jachères [% du nombre d'enquêtés]

Villages	Terroir d'Ambohimarina Bemanasy/Am/iaviavy	Terroir de Fierenana Fierenana/Vakampotsy	Terroir de Salampinga Salampinga/Aambohimadana
Accès familial	68%	68%	80%
Emprunt	3%	1%	0%
Accès communautaire	29%	31%	20%

Alors que plus des deux tiers des parcelles sont déjà réservés à certaines familles dans le terroir forestier, on s'aperçoit qu'avec une difficulté croissante à trouver des terres non dégradées, comme à Salampinga, les terrains communautaires diminuent encore plus. Il y a eu une évolution importante et généralisée des conditions d'accès aux terres à défricher pour le *tavy* qui n'est pas forcément synonyme de stabilité puisque la « propriété privée » entraîne avec elle de multiples sources de conflit. Cette privatisation des terres a été indirectement influencée par l'introduction de cultures pérennes, généralement de rente, comme le café et la banane longtemps sous domination coloniale. Ces premières cultures ont obtenu d'emblée un caractère de propriété individuelle, en plus de l'usufruit. Elles ont été liées à un autre changement crucial de mentalité et des objectifs d'exploitation : ce ne sont plus uniquement des cultures de subsistance qui dominent les stratégies paysannes mais aussi des cultures de rente; on passe d'un système traditionnel et séculaire d'autosubsistance à un système plus monétariste.

53-63% des *tanimboly* des villageois enquêtés (qui en possèdent en moyenne un à deux) ont été créés par leurs soins, alors que les autres proviennent d'héritages. Deux tiers des plantations ont été réalisés après transformation d'une *savoka* (jachère), avec ou sans brûlis, alors que les autres ont succédé à une culture de *tavy* (33%). L'installation du *tanimboly* correspond donc au passage du site d'un statut *en principe* communautaire à la propriété privée, ce qui nécessite normalement l'avis du *tangalamena*.

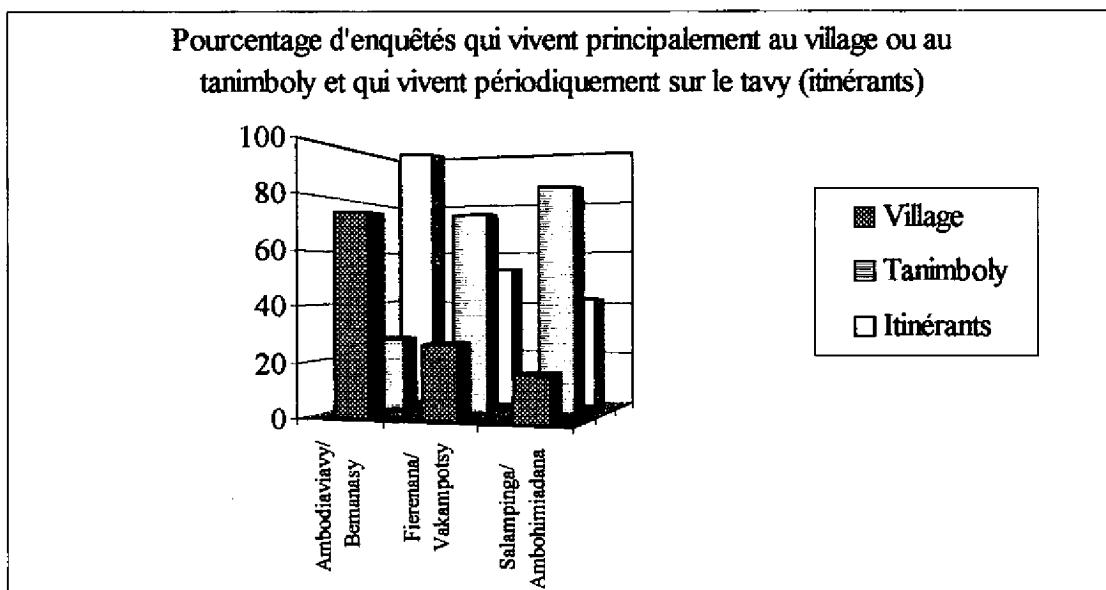
Razafindraibe (1997) explique que « les droits collectifs tendent à se transformer en une pluralité de droits individuels ». Pour l'instant, cette transformation n'a pas entraîné de chaos ou de conflits graves : la souplesse du système traditionnel, malgré les inconvénients d'une distribution quelquefois « éclatée » des terrains de culture sur brûlis, a permis une répartition progressive des terres qui a abouti à des « micro-

terroirs familiaux » dont le noyau est justement formé par les vallées des *tanimboly*, les champs de culture pérennes. D'abord contraints à cultiver une quantité minimale de produits coloniaux, les villageois ont ensuite perçu l'importance croissante que prenaient les sources de revenus monétaires et, partant, leurs *tanimboly*. Ils les avaient probablement installés sur des terres familiales et ont pu profiter un certain temps d'un accès relativement ouvert aux jachères des alentours. C'est ainsi qu'ils ont pu surveiller et entretenir leurs cultures pérennes plus facilement en exploitant les jachères de proximité et qu'ils ont contribué à une concentration des terrains de culture.

La figure 32 nous présente l'évolution par terroir des lieux d'habitation utilisés le plus souvent par les villageois enquêtés, et le pourcentage d'entre eux qui séjournent encore sur le site du *tavy* pendant toute la période de culture pluviale. On rencontre en général 3 types d'habitats : la case du village, le *potro* (« lieu en hauteur ») qui est la case située vers les *tanimboly* ou les rizières, et la case de *tavy*, utilisée pendant la période de culture de riz pluvial pour assurer le sarclage et préserver les épis de riz des attaques de *fody* (un oiseau commun, avide de céréales : *Foudia madagascariensis*).

Alors que dans le terroir d'Ambohimarina, les villages et cases de *tanimboly* se vident totalement pendant la saison de culture du riz pluvial (les périodes traditionnellement citées vont du 1er novembre au 26 juin, la fête nationale), 7 ménages sur respectivement 15 pour Fierenana/Vakampotsy et 12 pour Salampinga/Ambohimadana ne quittent leurs cases du village ou du *tanimboly* que pendant la journée ou très brièvement pour assurer le sarclage et le gardiennage des *tavy*. Pour relativiser la dispersion de la population que peut entraîner une résidence au *tanimboly*, il faut préciser pour Salampinga que le village a été touché en 1994 par un cyclone et qu'il tarde à être reconstitué, ce qui pourrait surévaluer la tendance de résidence au *tanimboly*. Pourtant, lors des enquêtes, le choix d'un séjour principal au *tanimboly* a généralement été défini comme sage. Pour des questions d'économie surtout, puisqu'on dépense trop au village, mais aussi pour assurer l'entretien des cultures. Quoi qu'il en soit, les villageois tentent de se rassembler au village pendant la période des fêtes d'après récolte (juin, juillet), et une proportion importante des villageois conserve une case au village, même si elle peut rester longtemps inoccupée. Cette tendance à la dispersion démontre malgré tout un changement profond de société et des rapports sociaux qui aboutit à une individualisation toujours plus marquée des stratégies et par conséquent à un terrain propice à certains conflits inter-familiaux. De manière générale, sans vouloir entrer dans la problématique du contrôle démographique, on peut ajouter que plus les hommes d'un lignage sont nombreux, plus ce lignage aura du poids dans les décisions importantes surtout si les frères atteignent ensemble le statut de *ray amand'reny*, comme c'est le cas à Ambodiaviavy.

Fig. 32 : Taux de transhumance de la population et habitats permanents de prédilection



Comme nous pouvons le constater dans les cartes « foncières » qui suivent, la tendance au regroupement des terres est beaucoup plus marquée dans les terroirs dégradés que dans les terroirs encore forestiers. Dans le terroir de Salampinga, 80% des ménages enquêtés cultivent leurs parcelles, qui entourent souvent

le *tanimboly*. C'est uniquement dans le terroir forestier qu'on peut encore distinguer deux espaces familiaux très distincts et quelquefois éloignés : les « micro-terroirs » défrichés depuis longtemps, proches du village et avec d'anciens *tanimboly*, et de nouveaux vallons familiaux conquis au détriment de la forêt.

La carte foncière, plus précisément « lignagère », d'Ambodiaviavy reflète bien la répartition du village en plusieurs clans :

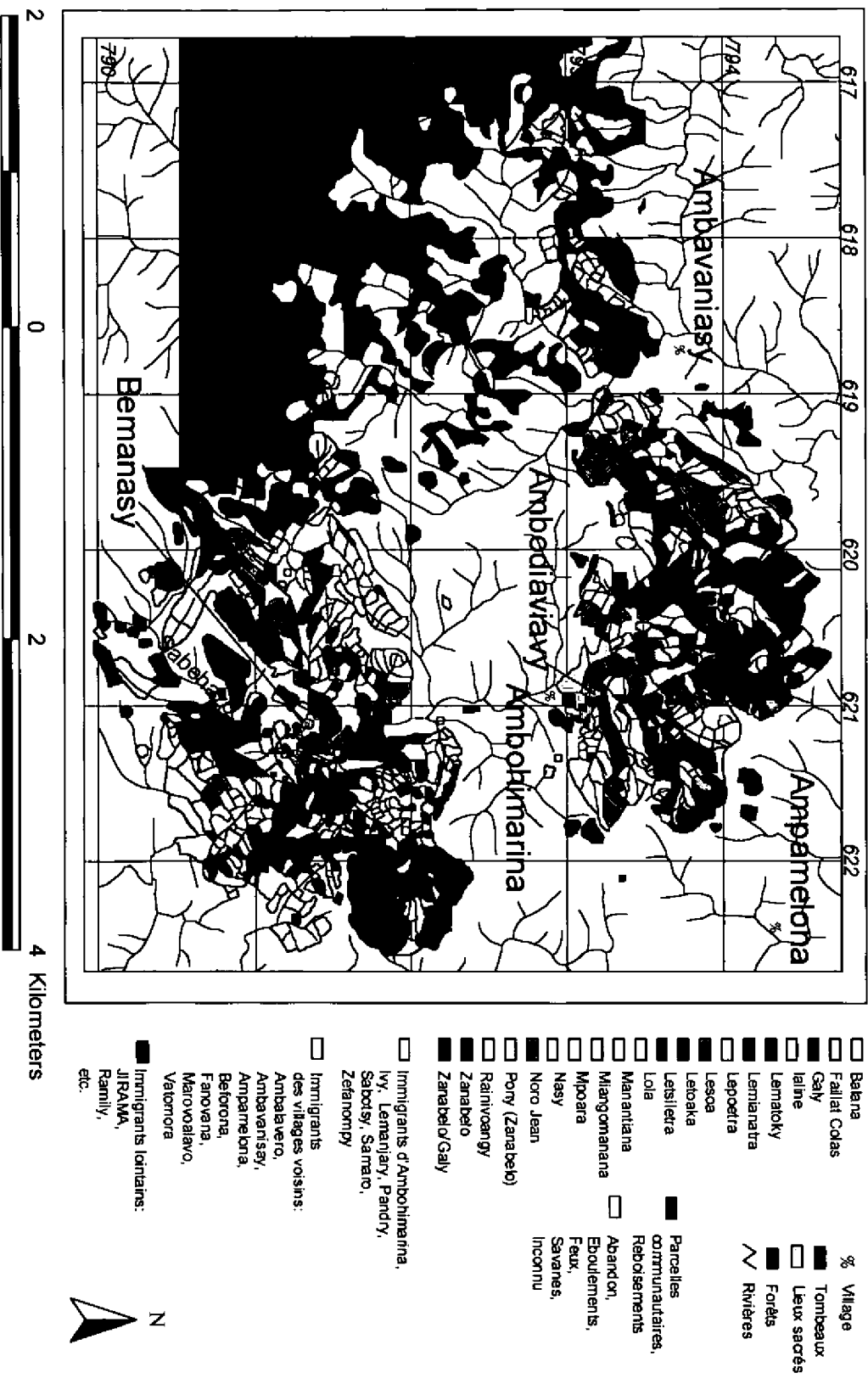
- On observe la dominance du lignage du *tangalamena* Zanabelo à Ambodiaviavy. Plusieurs frères du *tangalamena* le secondent dans le conseil des *ray amand'reny* et on s'aperçoit rapidement de leur maîtrise des terres. Le second lignage le plus important est celui de Manantiana. On remarque que les parcelles de Manantiana sont contiguës à ou imbriquées avec celles de Zanabelo (à l'est du terroir par exemple). Il en va de même si ces proches parents s'attaquent à la zone forestière, à l'exemple de celle qui située entre Ambodiaviavy et Bemanasy. Ces deux lignages sont en effet considérés comme des descendants des fondateurs d'Ambodiaviavy. Par contre, l'influence de leur « grands frères » d'Ambohimarina est également perceptible : certains habitants du village ancestral ont gardé un accès prioritaire sur quelques portions du terroir.
- On remarque aussi la concentration des parcelles des autres lignages en quelques lots distincts : Letoaka au nord du terroir, vers la route, Lesoa très distinctement avec un lot à l'est mais surtout des terrains très concentrés à l'ouest du terroir, dont un est partagé avec Letoaka. Ces deux lignages se sont également alliés et on se rend compte qu'ils ne laissent pratiquement personne d'autre cultiver sur leurs zones. Ces lignages sont installés de longue date à Ambodiaviavy, mais leur relation avec les ancêtres fondateurs provient plus du côté maternel que de leur véritable ancêtre paternel ; il représente donc un autre clan, quelquefois concurrent des lignages de Zanabelo et Manantiana.
- On peut enfin remarquer certains lignages faibles (Rainivoangy) qui ont des parcelles qui semblent insérées dans certaines niches libres, comme un immigrant qui a pu tirer son épingle du jeu au bord de la route (Ramily, un charbonnier installé en bordure d'un ancien reboisement appartenant à un colon) ou enfin Faillat Colas, les descendants de Ialine et de Miangomanana qui ont résolument décidé de s'installer sur les terres libres de la zone forestière.

Les concentrations de lignage du terroir de Bemanasy semblent plus difficiles à cerner sur la carte, même si on remarque à nouveau une certaine concentration spatiale des couleurs. Les terres de l'est du village semblent très précisément distribuées ; on y retrouve en particulier presque toutes les parcelles des descendants de Lematoky, hormis quelques grands défrichements, ainsi qu'un domaine appartenant à Lepoetra et un autre à Letsiletra. Sur le reste du terroir, un lignage semble être présent partout, celui de Mpoara, qui est encore une fois celui du *tangalamena*. Même si la cartographie est restée incomplète au sud-ouest du village, on peut remarquer au sud du terroir la formation d'un très grand vallon familial (*Sabehazo*) qui est promis à moyen terme d'après les enquêtes aux descendants de Galy.

La population de Bemanasy, malgré l'éloignement des surfaces des familles de Lematoky et de Galy par rapport au village, reste très soudée. La zone des *tanimboly* (à l'est du village) est déjà relativement bien distribuée, par des parcelles de petite taille qui se distinguent des grandes jachères et *tavy* de l'ouest. Il n'existe à proprement parler pas de clans et c'est dans ce terroir qu'on a rencontré la majorité des parcelles *effectivement* communautaires. On ne peut que noter l'installation de Noro Jean aux abords de la forêt, et une concentration d'habitants d'Ambohimarina au nord-ouest, car il semble qu'ailleurs chacun cultive plus ou moins côte à côte en forêt.

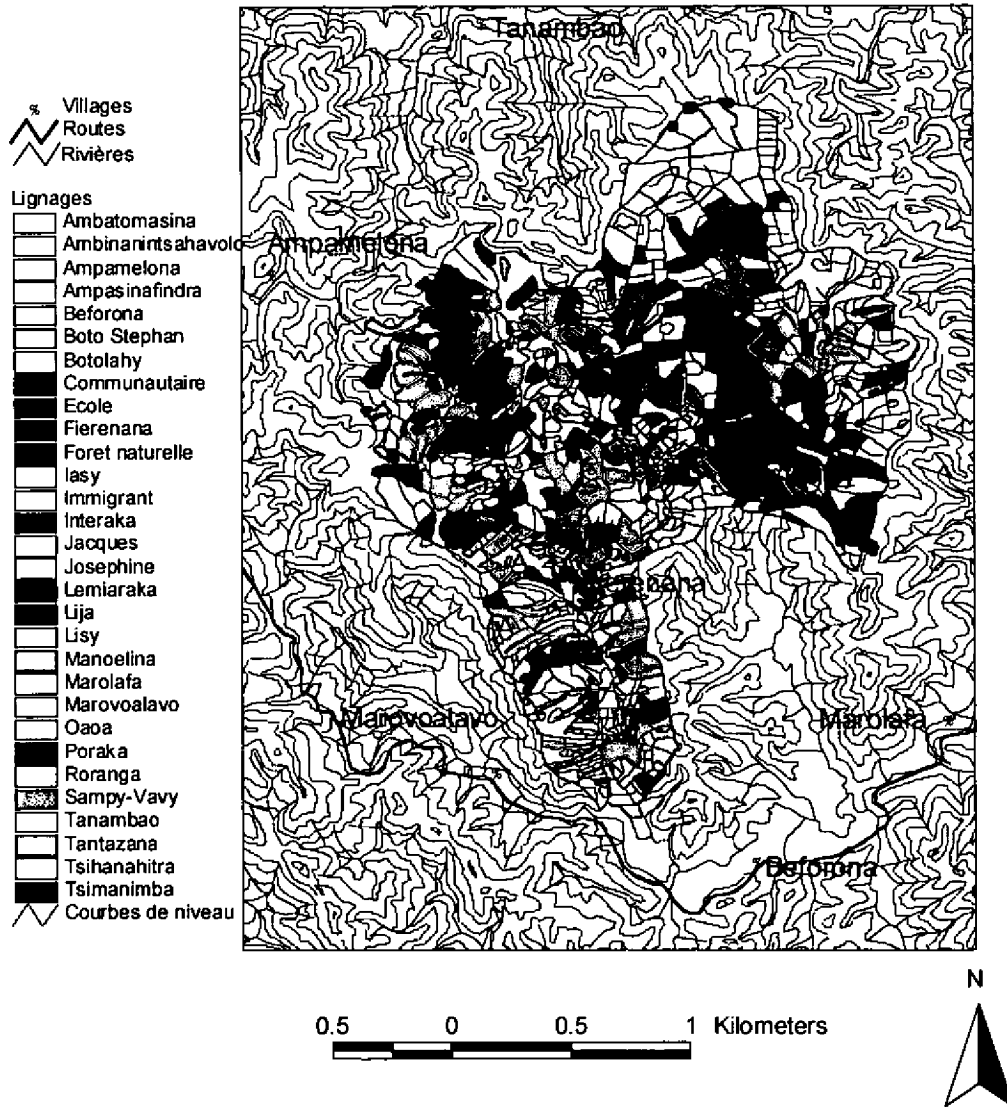
En résumé, pour les terroirs (semi-)forestiers, le partage des terres s'effectue en fonction des relations sociales existant au village. S'il existe des clans très distincts, la concentration des terrains par clans sera très nette. Pour les lignages défavorisés, on observe soit une colonisation ciblée des zones forestières, soit une dispersion des terres en fonction des parcelles accordées ici et là. Le terroir de Bemanasy semble représenter ce qui devait être les conditions d'accès dans les anciens terroirs dont les lignages ne se sont pas trop éloignés ou disputés. La répartition des terres s'est effectuée de manière claire pour tous les *tanimboly* alors qu'on rencontre un mélange relativement disparate en zones de jachère. Pourtant, pour le *tavy* aussi, une distinction par vallon semble déjà se profiler, notamment pour l'avenir de la vallée de *Sabehazo* (sud du terroir, appartenant à la famille de Galy).

Carte 5: Propriétés par lignage, Terroirs d'Ambodiaviavy et Bemansy



Carte 6: Répartition des terres en fonction des lignages à Fierenana et Vakampotsy

Carte 6: Propriétés par lignage,
Fierenana et Vakampotsy
(Sembotrano en rouge)



A Fierenana, comme dans les terroirs forestiers, on remarque une concentration des terrains de culture par lignage. En outre, l'importance des vallons comme unité de production s'affirme plus clairement. En effet, si on observe en particulier le côté ouest du terroir, on s'aperçoit que presque chaque vallon correspond à un lignage ou une alliance de lignages proches (Tsihanahitra et Tantazana, Poraka et Manoelina au nord ouest par exemple). Même dans le *sembotrano* (voir chap. suivant) strictement cultivé de manière communautaire, au centre de la carte, les parents directs se regroupent pour cultiver. Le terroir de Vakampotsy se trouve à l'est de la carte et suit également la règle du regroupement lignager des terrains de culture. Le lignage de Lemiaraka émerge du lot, même si ce n'est pas l'ancêtre du *tangalamena*. Seul le nord du terroir ne présente pas d'homogénéité nette. Il s'agit d'une zone frontière entre les terroirs de Fierenana et Vakampotsy, et celui de Tanambao. La zone est essentiellement dévolue à la culture sur brûlis (comme le *sembotrano*) et il n'a donc pas été nécessaire d'y « formaliser » l'accès aux terres.

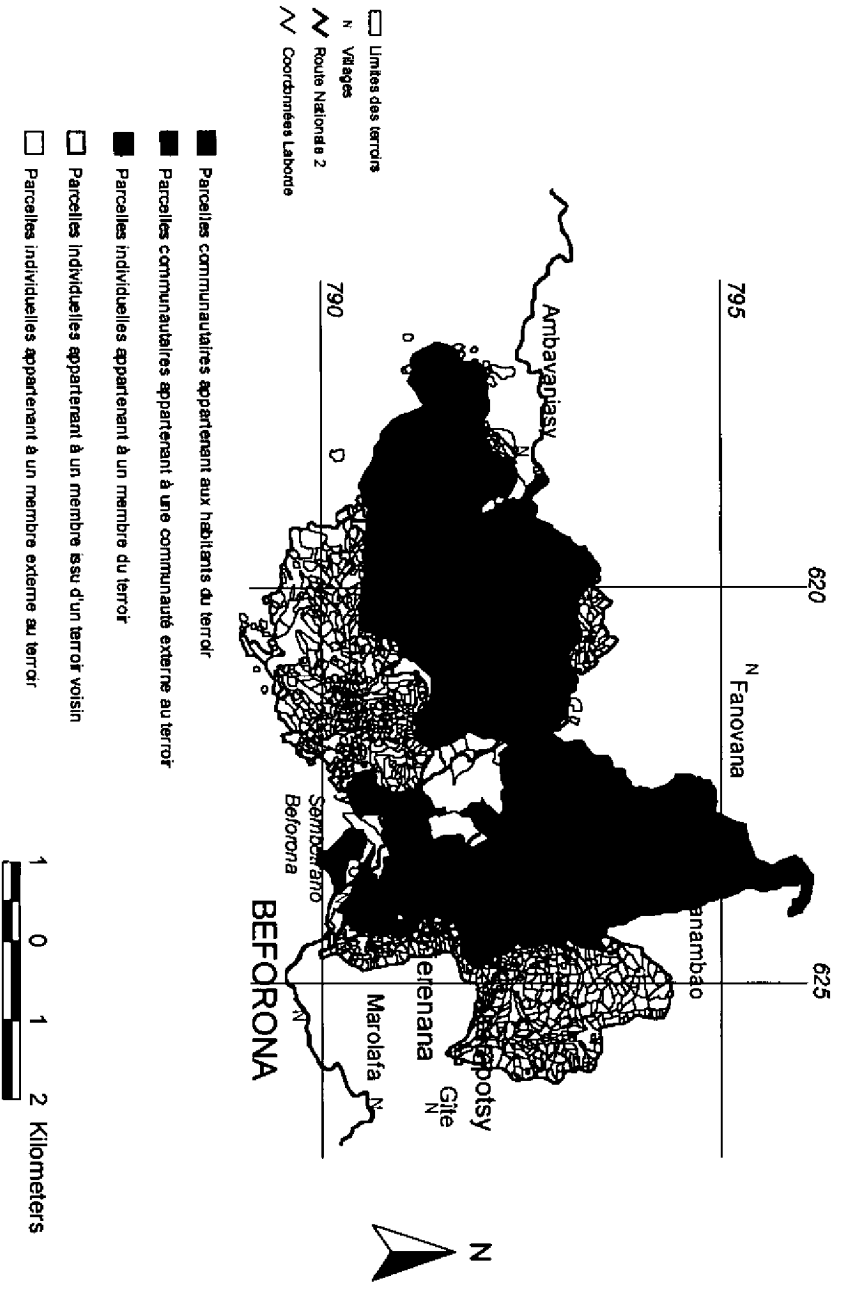
Dans les deux terroirs villageois, les lignages des *tangalamena* ne correspondent pas à une monopolisation des terrains. Il faut y voir l'effet d'une fondation de village directement basée sur trois lignages différents et complétée par une répartition équilibrée entre les lignages des *tangalamena* successifs.

Les résultats d'une opération cadastrale

Afin de promouvoir la sédentarisation des paysans habitant aux alentours des réserves naturelles, un projet cadastral a été mis sur pied dans les années 90 autour de la proche réserve d'Andasibe-Périnet. Plusieurs formes de titrage étaient applicables mais c'est essentiellement le titrage collectif qui a été choisi par les habitants, surtout dans le terroir d'Ambodiaviavy (voir la carte 6, cf. Brand 1998, Razafindraibe 1997). A Fierenana, seule la zone de riziculture irriguée et quelques « domaines » de petites familles, en principe des vallons, ont été titrés de manière individuelle. Mais la plupart de la surface a été affectée au nom des *ray amand'reny* du moment. Dans le terroir forestier, la zone des *tanimboly* a été divisée entre Ambodiaviavy et Ambohimarina, tandis que la zone de culture sur brûlis a été considérée comme étant commune aux deux villages. Par contre, les lieux de défrichement récents ont été titrés individuellement, notamment par André Poefaka dont nous avons déjà souligné la stratégie d'appropriation formelle.

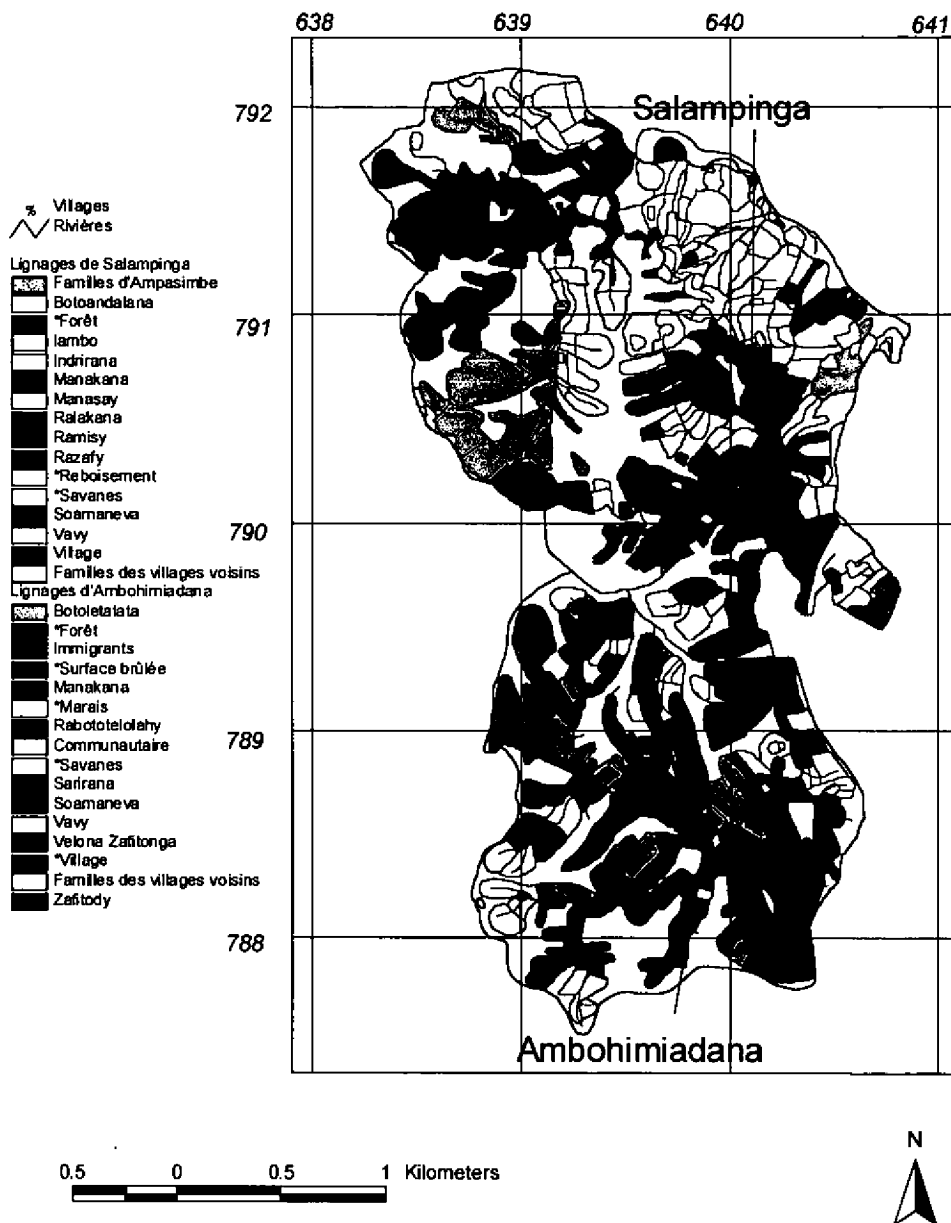
On peut conclure que cette opération a été menée de manière adaptée en fonction des choix laissés aux villageois quant aux formes de titrage voulues. Ils ont ainsi pu distinguer leurs terres à caractère rituel (le *sembotrano* à Fierenana) des terrains dont l'appropriation ne fait plus aucun doute. La majorité des titrages collectifs démontre l'attachement aux traditions mais laisse surtout une marge de manœuvre aux villageois pour qu'ils adaptent eux-mêmes la répartition des terres entre les familles, selon leurs évolutions. Si le résultat du titrage démontre que la surface a été délimitée en tenant compte des coutumes paysannes, il faut par contre regretter que pour des raisons de planification, l'équipe d'appui n'ait pas pu effectuer l'opération sur l'ensemble des terroirs.

Carte 7: Résultats d'une opération de cadastrage
Terroirs d'Ambodivavasy et Fienana



Carte 8: Répartition des terres en fonction des lignages à Salampinga et Ambohimiadana

Carte 8: Propriétés par lignage,
Terroirs de Salampinga et Ambohimiadana



La situation foncière de Salampinga (carte 8) semble réglée de manière identique à Fierenana, malgré l'absence de processus de titrage. Les terres des lignages de Ramisy et d'autres ressortissants d'Ampasimbe, de Iambo, Indrirana (*vavanjaka*), Soamaneva (*tangalamena*) et dans une moindre mesure de Ralakana sont réparties en fonction des vallons du terroir. Seules les parcelles de Botoandalana (immigrant marié à la fille du *tangalamena*), Manasay (parti), Masy (une femme) et les ressortissants de Manakana sont dispersés et ils semblent avoir profité d'espaces marginaux. La concomitance de certains lignages au sud-est du terroir provient du statut communautaire des terrains.

En conclusion, il est vrai qu'une grande partie des changements des modalités d'accès aux terres a été induite de l'extérieur, à travers l'introduction et la promotion de cultures pérennes et de rizières. Pourtant, il nous semble délicat de parler « d'érosion culturelle » dans un tel contexte (Razafindraibe, 1997). Les cultures sont vivantes et s'insèrent dans des réalités nationales et régionales qui évoluent, probablement de plus en plus rapidement. Il est plutôt frappant d'observer que, suite aux difficultés rencontrées par les colons puis l'Etat à véritablement s'imposer en terres *betsimisaraka*, les villageois ont pu adapter leur système d'accès aux terres sans heurts et en maintenant tout de même certaines coutumes collectives traditionnelles. En effet, il subsiste dans chaque terroir des espaces encore communautaires, à signification religieuse et culturelle, qui sont régis par des règles particulières. Sinon, les terres familiales ou lignagères sont réparties de manière pragmatique en fonction des vallons secondaires. Ce système présente de nombreux avantages pratiques et une sécurisation foncière à grande échelle pourrait se baser sur ce type de limites paysannes.

4.2 Les types d'espace et d'utilisation, leur organisation spatiale

4.2.1 Dénomination des espaces

Le début du travail de terrain a permis de connaître les appellations vernaculaires et les distinctions locales qui sont utilisées pour décrire les diverses composantes du paysage. La première distinction provient des espaces dont l'accès est soumis à des règles traditionnelles particulières. Objets de culte, les tombeaux sont en général situés sur un terrain appelé *sembotrano* (pagne de maison ou habit du tombeau). Ce terrain est exclusivement réservé à une utilisation communautaire par les membres d'un lignage et seule la culture du riz pluvial avec ses associations y est permise. Par sa relation étroite avec le tombeau et les ancêtres, la mise en culture du *sembotrano* est accompagnée par plusieurs cérémonies et rites, dont une est centrale : un sacrifice de bœuf. L'utilisation restreinte du *sembotrano* (tous les 6-8 ans en général, voire rarement ou jamais cultivé) lui donne une fonction économique en tant que réserve de terres fertiles et lui confère un caractère plus forestier et arboré que les autres jachères.

Les *sembotrano* d'Ambodiaviavy (le même qu'Ambohimarina) et de Bemanasy ne sont pas de grande envergure et ne sont pas cultivés. Il faut dire qu'ils se trouvent à proximité du village et de la rivière, donc sur les terres les plus fertiles et cultivées depuis longtemps. Par contre, celui de Fierenana et Vakampotsy couvre une superficie importante du terroir (15%), à l'ouest du village. Il garde une signification importante et la majeure partie des villageois s'y retrouve lors de la mise en culture (carte 9). A Salampinga, sous l'influence du besoin en terres et des conflits lignagers, la culture communautaire du *sembotrano* a été abandonnée.

L'utilisation des terrains appelés *jinjanaomby* (terre ou jachère à zébu) est liée à un *fady* (interdit traditionnel) ou à une volonté exprimée par le premier utilisateur, qui peut par exemple proposer que chaque futur exploitant offre un bœuf aux ancêtres. Dans certains cas, un malheur qui frappe le cultivateur pendant son travail sur le site peut présager d'une sorte de malédiction. Si les problèmes persistent, ou que par exemple un *mpisikidy* (devin) fasse un lien entre le problème et le site, le meilleur moyen « d'exorciser » l'endroit est un sacrifice de zébu, ou en cas de graves menaces, de transformer le terrain en *tany mahery* (ci-dessous). La distinction entre ces deux types de sites à caractère mystique est un peu floue. La mise en culture des *jinjanaomby* peut être individuelle ou collective, selon celui ou ceux qui offrent le zébu. Ces terrains sont rarement utilisés à cause du coût des sacrifices à faire. Ils servent également de réserve de terres fertiles et de produits ligneux. Les *tany mahery* (terre dure, qui a de la force) représentent des terrains maudits, liés à des événements tragiques (par exemple un accident pendant la mise en culture). Des rites ou des sacrifices de bœufs ne suffisent souvent pas à enlever la malédiction. Ces rares terrains restent donc en jachère pendant des générations et ils peuvent servir, au niveau écologique, de réserve de biodiversité.

Dans un terroir villageois, la forêt primaire (*alavelona, ala matoy*) n'est pas incluse d'office dans le terroir des familles qui cultivent en lisière. Le terrain entre dans le patrimoine du lignage du cultivateur seulement après le défrichement. Cette conception d'appropriation de terres peut aboutir à long terme à un défrichement total des forêts d'un vallon qui devient une propriété familiale. Pourtant, des petits restes de forêts primaires sont épargnés, entre autres pour permettre aux génies maléfiques (*tsiny*) de trouver un endroit de refuge, mais surtout parce que les sites sont caillouteux et peu fertiles. L'utilisation de ces îlots de forêt, généralement situés sur des crêtes (cartes 4-10), est régie par des règles spéciales puisqu'ils sont normalement protégés.

A côté des terres à caractère rituel, on peut essentiellement considérer deux types d'utilisation de l'espace : pérenne et itinérant. Nous allons débiter par la composante itinérante qui touche les types d'espace du *tavy*, des jachères et, dans une moindre mesure, de la forêt. Outre les dénominations liées aux puissances surnaturelles, divers termes sont mentionnés pour les sites inclus dans les rotations de cultures sur brûlis : les *jinjaranto* qui regroupent les jachères à accès « normal » (par opposition à *jinjanaomby*).

Les jachères peuvent être en outre caractérisées selon leur composition floristique ou leur stade de développement. Après le *tavy*, le terrain cultivé avec du riz pluvial, les jachères d'un an sont appelées *ramarasana*. Ce terme est lié au mode d'exploitation puisqu'il est fréquent qu'on y cultive des produits en deuxième culture : le manioc, les patates douces, divers brèdes, des *voatango* (cucurbitacée proche du melon), etc. Les stades ultérieurs sont nommés de manière générique *savoka* ou *jinja*. On y distingue des *savoka fohy* (jeunes, immatures) et des *savoka mody* ou *matoy* (matures).

Dans les zones non-dégradées, on distingue encore les *savoka* dont le premier défrichement est récent et, partant, dont la composition est encore relativement arborée : elles sont nommées *dedeka*. Le caractère récent du défrichement (et non plus la composition), et par conséquent la reconnaissance de la propriété du défricheur, répond à l'appellation *vadikatana*, qui correspond donc à une terre récemment gagnée sur la forêt. Une fois qu'un site a perdu de sa fertilité et de son pouvoir de régénération de la végétation, sa composition floristique est fortement influencée par des fougères puis des graminées, des formes de savanes anthropiques, ou pseudosteppes selon Koechlin et al. (1997). Ces endroits sont nommés *roranga*.

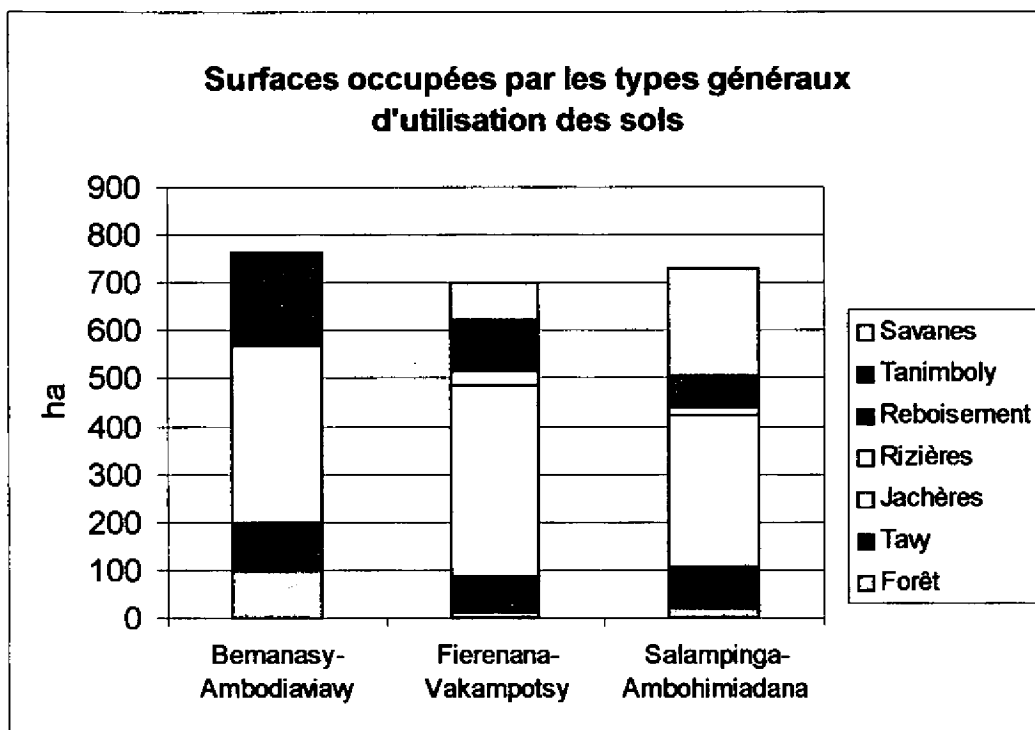
Si elles n'ont pas de relation avec le *tavy*, les autres composantes du paysage ne sont pas aussi finement distinguées : il s'agit des *horaka*, les rizières, et des *tanimboly* (littéralement terrain cultivé). Les *tanimboly* englobent en fait tous les types de culture en dehors des rizières et *tavy*, qui produisent donc autre chose que du riz : le terme désigne en priorité les cultures de rente, café et bananes, mais il peut aussi s'appliquer à des champs de canne à sucre, d'ananas, de manioc, etc. Par la suite, nous utiliserons le terme de *tanimboly* pour l'espace composé de cultures pérennes ou de cultures complémentaires qui sont généralement cultivées sans pause saisonnière. Pour s'informer des types exacts des cultures des *tanimboly*, nous avons dû utiliser dans les discussions les termes courants d'*ala mangahazo* (litt. forêt de manioc) ou simplement les noms des cultures (*mangahazo, mananasy, sakarivo*, etc.).

La culture du gingembre, récemment introduite dans la région, a quelque peu bousculé la distinction habituelle en deux sous-systèmes à vocation particulière : d'une part le *tavy* itinérant et lié à la subsistance, d'autre part le *tanimboly* pérenne et voué à la recherche de revenus financiers. En effet, le gingembre est une culture de rente cultivée à peu près de la même manière que les *tavy* : la jachère est coupée, généralement brûlée mais, au contraire du *tavy*, le sol est labouré.

Dans le langage courant, l'espace est défini par des noms de lieu associés au *tavy* (par exemple *Sabevary*, le vallon avec beaucoup de riz, *Befody*, beaucoup de *Fody*, les oiseaux mangeurs de riz, etc.) ou au ruisseau qui caractérise le vallon. La forme du relief est également utilisée pour préciser certaines informations : on distingue les vallées (*saha*), les bas-fonds ou zones planes (*fitaka*), les zones marécageuses (*honahona*), les versants (*tanety* ou *tany miakatra*), les sommets (*tendrombohitra*) et les crêtes (*tavirana*).

4.2.2 Répartition spatiale de l'utilisation des sols des terroirs étudiés

Fig. 33 : Répartition en surface de l'utilisation des sols de chaque terroir.



La figure 33 illustre clairement le phénomène de savanisation mais aussi la persistance du *tavy* qui continue à occuper près de 60% des terres, même dans les zones dégradées de Salampinga. Le système agraire semble immuable. En fait, le rapport entre la surface de *tanimboly* et celle du complexe « *tavy-jachères* » diminue encore en passant du terroir forestier au terroir savanisé, c'est-à-dire que les versants sont en majeure partie conservés pour le *tavy* plutôt que pour l'installation de *tanimboly*. La dégradation des crêtes est donc non seulement couplée à une diminution de la surface forestière, mais elle entraîne également une diminution des champs de *tanimboly* si le *tavy* reste l'occupation centrale des villageois. Si on observe la relation entre la surface cultivée en *tavy* et celle des jachères, on s'aperçoit qu'elle est plus basse dans le terroir boisé et le terroir savanisé que dans le terroir de Fierenana (durées théoriques de jachères entre 3,6 et 5,3 ans pour Fierenana). Ces plus faibles durées de jachères ne s'expliquent pas de la même manière dans les deux terroirs : dans le terroir post-forestier, il est possible de revenir plus rapidement sur le champ grâce à la productivité des sites (on y fait également plus souvent deux cultures de suite), alors que dans le terroir de Salampinga, on est contraint de revenir après une courte période. La figure 34 apporte des informations supplémentaires quant aux surfaces moyennes exploitées.

Fig. 34 : Surfaces moyennes des types d'utilisation du sol

		Bemanasy- Ambodiaviavy	Fierenana- Vakampotsy	Salampinga- Ambohimadana
<i>Tavy</i>	ha	0,75	0,77	1,04
Jachères d'un an	ha	0,84	0,56**	0,91
Jachères suivantes	ha	0,90	0,86	1,09
Forêts	ha	1,12	0,76	0,52
Reboisements	ha	0,66	0,17	0,51
Savanes	ha	0,85	0,98	4,51
<i>Tanimboly</i>	ha	0,49	0,46	0,58
Rizières	ha	1,04*	0,36	0,89

*Valeur surestimée en raison de nombreuses rizières en friche, **Cette faible valeur provient d'une seconde mise en culture généralisée des *tavy* dans le *sembotrano* de Fierenana au moment de la cartographie : seuls quelques villageois marginaux ont cultivé en dehors de cette zone et sur de petites surfaces.

Les surfaces utilisées pour la culture sur brûlis dans le terroir dégradé sont plus grandes que dans les autres terroirs : la dégradation et peut-être une répartition des terres plus claire poussent à cultiver sur une telle surface pour compenser des rendements qui baissent rapidement en remontant les versants. Ces surfaces de 0,75-1 ha vouées au *tavy* sont partout plus importantes que les superficies des champs de *tanimboly*. Les *tanimboly* de Salampinga sont par contre moins dispersés que dans les autres terroirs (leur surface moyenne est plus élevée que dans les autres terroirs alors que la somme totale y est plus petite), ce qui est probablement aussi à mettre en relation avec une répartition des propriétés mieux définie.

Alors que les surfaces de savanes augmentent, et que logiquement celles des forêts diminuent, la superficie reboisée semble dépendre de quelques initiatives passées ponctuelles plus que d'une stratégie claire de compensation. Les différences des surfaces moyennes des rizières de Fierenana et de Salampinga sont à comprendre en fonction du nombre de leurs propriétaires : à Fierenana, c'est une grande partie des villageois qui a accès aux rizières, alors qu'à Salampinga, elles sont partagées entre quelques lignages seulement.

Villages d'Ambodiaviavy et de Bemanasy (carte 9)

Les terroirs villageois d'Ambodiaviavy et de Bemanasy sont caractérisés par deux zones distinctes d'utilisation des sols : la zone des *tanimboly* qui est séparée par la rivière Irihtra de celle des *tavy* qui occupe l'ouest du terroir. A l'époque, la distinction entre ces deux zones était liée au gardiennage des zébus et surtout aux risques de dégâts que ceux-ci pouvaient infliger aux cultures. La distance de transport des produits du *tanimboly* explique également que ces champs se trouvent à proximité de la route, d'autant plus que le relief est très pentu entre la vallée principale et la limite forestière de l'ouest. Malgré tout, on voit qu'à Bemanasy l'implantation de *tanimboly* a maintenant débuté sur le grand versant occidental, et qu'à Ambodiaviavy, certains défrichements et *tavy* ont également laissé place à des cultures pérennes. Dans ces zones, le transport des produits peut aussi transiter par Ambavaniasy depuis les crêtes. A Ambodiaviavy, une *jinjanaomby* se trouve dans la zone des *tanimboly* mais comme le sacrifice de zébu n'est traditionnellement requis que pour la mise en culture de *tavy*, le statut a facilité l'implantation des *tanimboly*.

De manière générale, on peut encore noter « l'efficacité » du processus de défrichement : il ne reste des forêts relictuelles que dans les endroits sacrés, vraiment incultes ou rocheux, même dans une zone aussi proche du grand massif. On aperçoit de surcroît qu'outre *tanimboly* et *tavy*, on ne rencontre comme autres composantes de production que les rizières dont la surface reste fortement limitée. Mais la simplification de la carte nous masque des informations sur la diversité du système : les *ramarasana* (jachère de première année après la récolte) hébergent souvent une deuxième culture, plantée comme le manioc et les patates douces ou spontanées dans le cas des brèdes (*anamamy*, *angivy*, etc.). De plus, la notion de *tanimboly* est large et il était difficile d'indiquer toutes les formes qu'ils peuvent prendre par la cartographie. Sur les 310 parcelles de *tanimboly*, la majorité est de type classique (cf. chap. 4.3, bananes, café et fruitiers) mais environ 10% représentent des cultures de gingembre et 10% des champs de manioc. Les autres cultures sont moins importantes ou intégrées aux *tanimboly* classiques : il s'agit surtout

d'ananas généralement cultivés sur des terrains relativement peu fertiles, de cannes à sucre et, beaucoup plus rarement en dehors des *ramarasana*, de patates douces.

Villages de Fierenana et Vakampotsy (carte 10)

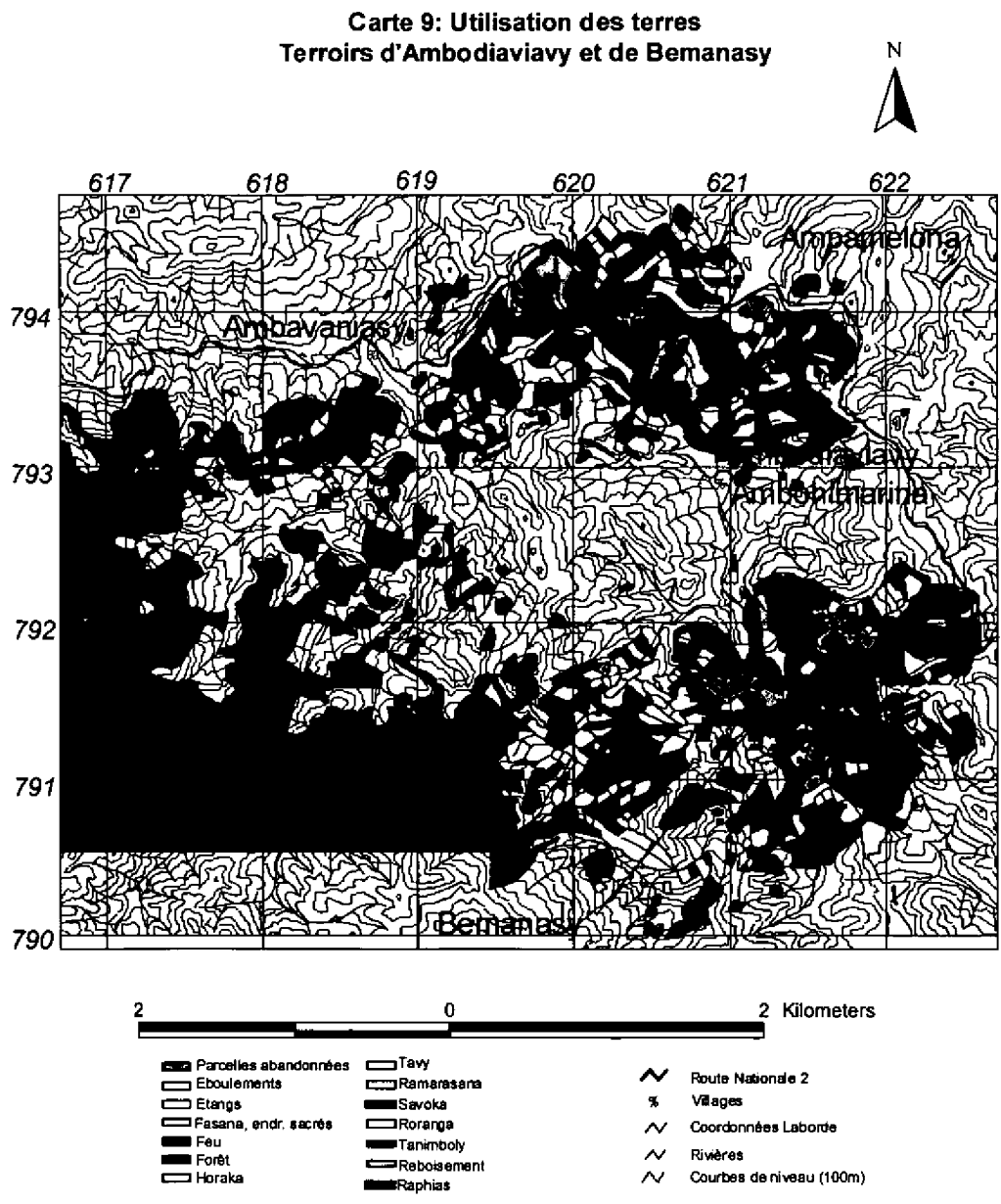
La faible proportion des forêts indique une ancienne exploitation des terres mais aussi certains problèmes à réglementer leur utilisation. Si les dernières forêts étaient défrichées, il est probable que les sites de crête qu'ils occupent se dégraderaient rapidement, suivant le même processus que les *roranga* (savanes) qui ciment le terroir. Le terroir jouit par contre de surfaces de rizières irriguées qui couvrent la plaine principale et les replats naturels des cours d'eau principaux. Les *tavy* sont concentrés au centre du terroir, sur les collines séparant deux rivières et délimitant le *sembotrano*, à l'intérieur duquel se trouve le tombeau des ancêtres. Les relevés ont été effectués après la mise en culture du *sembotrano*, pour laquelle la majorité de la population a cotisé et sacrifié un zébu. La végétation du *sembotrano* est légèrement plus boisée qu'aux alentours, mais on y trouve déjà des zones savanisées malgré une fréquence normalement moins élevée des cultures. Les *tanimboly* sont concentrés à l'ouest du terroir, dans chaque vallon et, sur la plaine pour Fierenana, ils sont entourés de jachères. Le gingembre est cultivé sur de petites surfaces proches de la route dans les jachères bordant les *tanimboly* ou en grande surface dans la zone des jachères. La plupart des versants de la crête de Vakampotsy sont utilisés pour le *tavy*. Cette zone est aussi la plus éloignée de la route et l'extrême nord représente une zone de *tavy* marginale, partagée entre Tanambao et Fierenana/Vakampotsy.

Terroirs de Salampinga et Ambohimadana (carte 11)

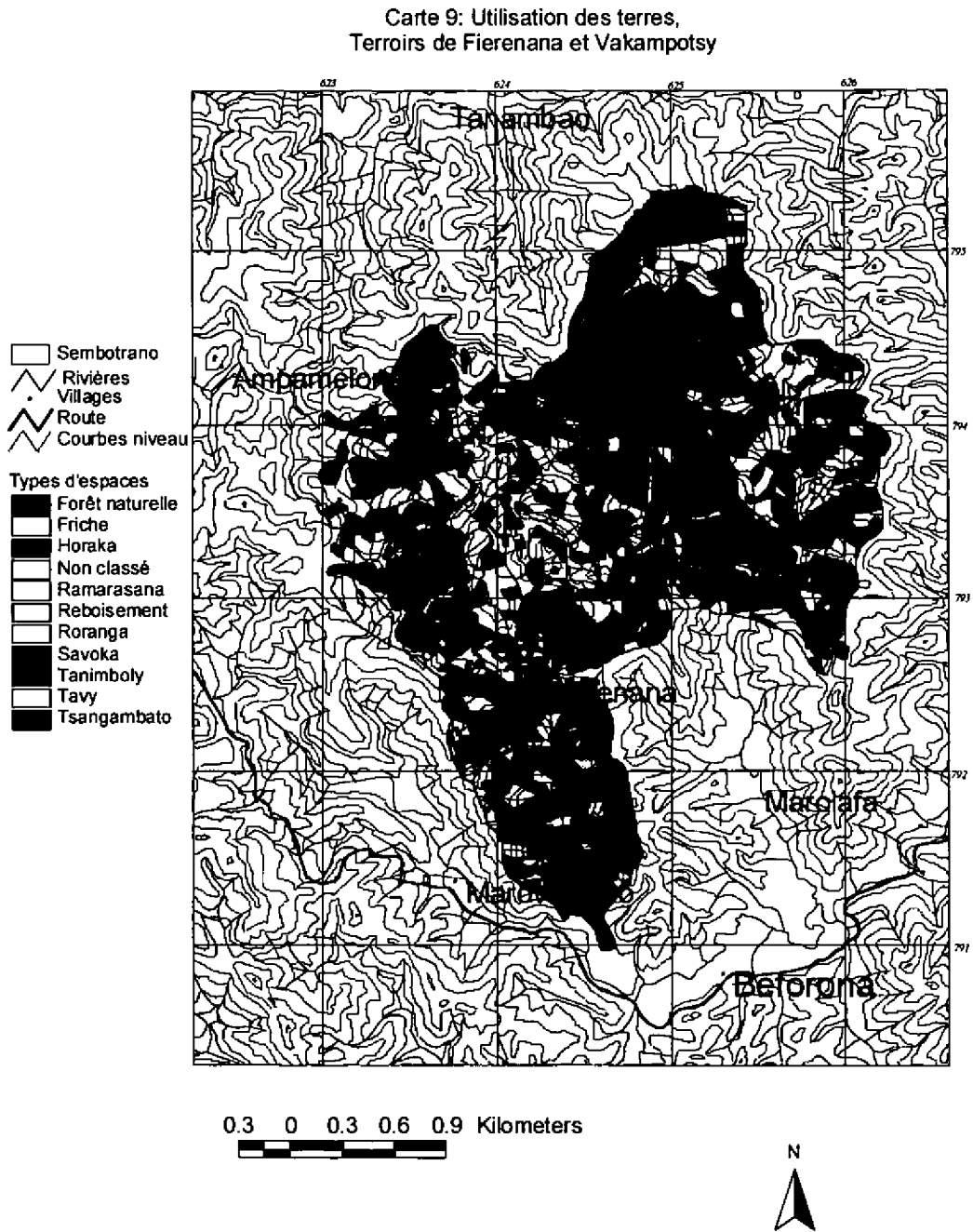
A nouveau, on remarque une concentration des *tanimboly* dans chaque vallon proche de la route et des implantations plus petites et récentes dans les autres. Les vallons du nord-ouest sont cultivés par des familles d'Ampasimbe qui n'ont pas encore installé de *tanimboly*. *Savoka* et *tavy* sont repoussés vers les fonds de vallée alors que les savanes occupent 30% du terroir. Ces savanes proviennent d'une part d'une surexploitation due à la culture sur brûlis, mais elles ont en outre régulièrement été parcourues par le feu. Dans le passé et pour certaines zones, il est probable que des mises à feu répétées ont été liées à une volonté délibérée de « produire » des pâturages.

On ne remarque que très peu de « *ramarasana* », de jachères d'une année, ce qui indique que de nombreuses parcelles de *tavy* ont été cultivées pour la deuxième fois. Il ne reste plus qu'une seule « grande forêt » de crête, quelques petites forêts sacrées et quelques endroits couverts de ravenales ainsi que de quelques arbustes secondaires. Les petites plaines sont cultivées en riz et les *tanimboly* occupent une place importante pour ces villageois qui y vivent pour la plupart. Les produits des *tanimboly* de Salampinga sont en général plus diversifiés que dans les autres terroirs, ce qui confirme une intensité de gestion plus importante.

Carte 9: Utilisation des terres dans les terroirs d'Ambodiaviavy et Bemanasy

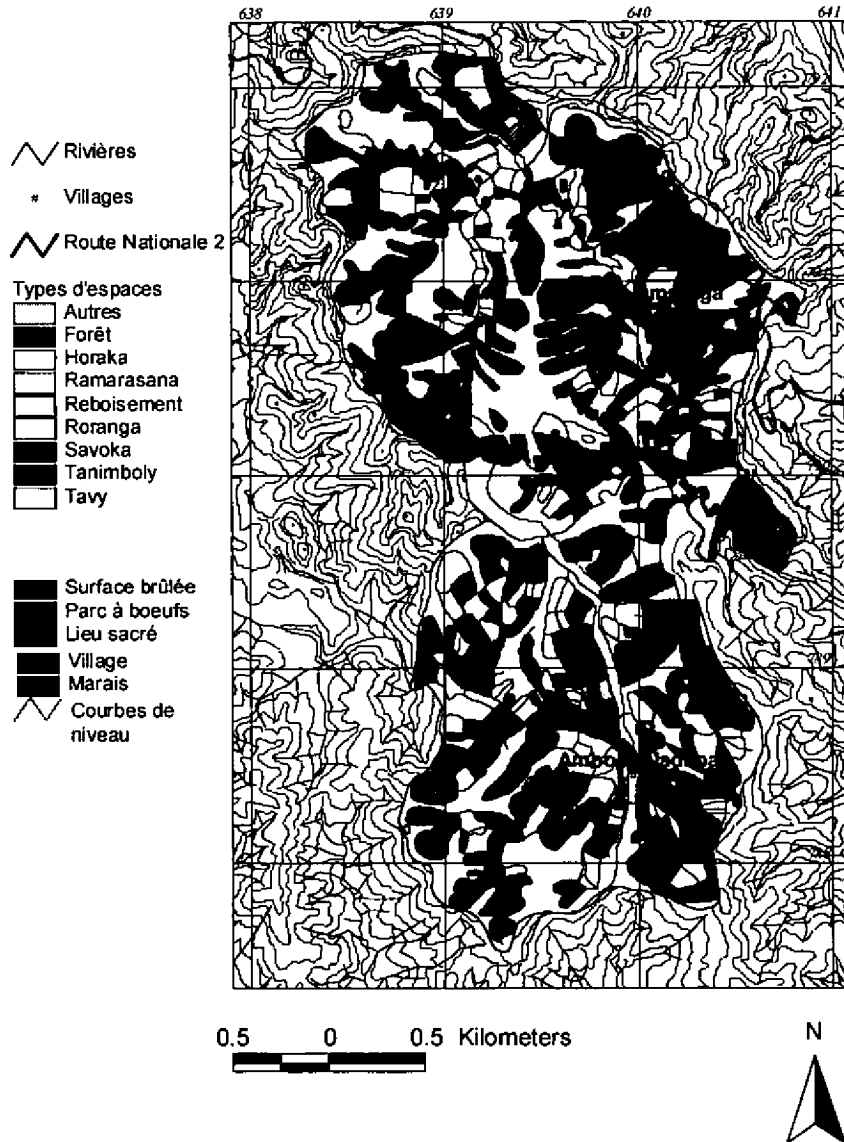


Carte 10 : Utilisation des terres dans les terroirs de Fierenana et Vakampotsy



Carte 11: Utilisation des terres dans le terroir de Salampinga

Carte 11: Utilisation des terres,
Terroirs de Salampinga et Ambohimiadana



4.2.3. Les stratégies des ménages des terroirs étudiés

Ce chapitre est essentiellement tiré d'un article rédigé en équipe (Terre-Tany/BEMA, 1999) et pour lequel Moor (à paraître) a fourni les éléments essentiels, en y incluant des suivis de ménages également enquêtés dans le cadre de ce travail. *Les stratégies distinguées correspondent aux terroirs étudiés plutôt qu'à d'autres facteurs comme l'âge ou l'origine lignagère.*

Pour satisfaire leurs besoins, les ménages adoptent une stratégie optimale de production qui tient compte à la fois des normes et des règles valables dans la société, de même que des contraintes liées aux évolutions modernes des conditions-cadres. De plus, la stratégie des ménages dépend fortement du potentiel physique et intellectuel ainsi que de la structure des ménages. L'organisation du travail et le calendrier agricole représentent des moyens pour diriger les activités selon les stratégies voulues. La liberté de décision est cependant restreinte par l'exigence des cultures et des règles générales de répartition des tâches.

Dans l'unité du ménage paysan, le processus de prise de décision pour la priorisation des champs d'activité et leur harmonisation intègre en principe tous les membres du ménage, selon leur fonction et leurs tâches spécifiques octroyées par les règles et les normes culturelles, ainsi qu'en fonction de leurs besoins individuels. Le ménage paysan *betsimisaraka* fait appel à six types d'acteurs: l'homme, la femme, les enfants, les autres personnes affiliées au ménage, les personnes qui fournissent de l'entraide familiale et les salariés. Ils représentent donc la force de travail potentielle pour réaliser les diverses activités.

Typologie des stratégies de ménages

Au contraire de ce qui relève de stratégies communautaires liées à une prise de décision collective, les ménages sont relativement libres dans l'organisation de leurs activités. Ce choix répond à un objectif d'autonomie économique pour le ménage et de conservation de l'intégrité culturelle de la communauté. Leur évolution progresse suivant un processus d'innovations endogènes et d'adaptations.

Basées sur les différentes contraintes et potentiels sociaux, économiques et écologiques, les stratégies des ménages sont diversifiées dans la région de Beforona. Une catégorisation s'avère donc nécessaire pour pouvoir tirer des analyses sur les possibilités d'améliorations futures. En tenant compte de la structure sociale *betsimisaraka* qui présente des caractéristiques relativement égalitaires d'accès aux ressources pour les autochtones d'une part et une hiérarchie nivelée d'autre part, une catégorisation des stratégies sur la base de critères socio-économiques ou socioculturels ne s'impose pas. Outre les critères sociaux, c'est l'ancienneté de l'exploitation agricole des ménages, déterminée par l'âge du chef du ménage, qui aurait pu être envisagé pour la catégorisation des stratégies. Pourtant nos analyses (en particulier Moor, à paraître) ont démontré que l'organisation du travail et les besoins des jeunes ménages ne se distinguent pas fortement de ceux des ménages âgés. Leurs différences se trouvent plus dans les aspects structurels et dans la disponibilité de forces de travail que dans les objectifs et les moyens de production. Quant à l'accès aux marchés, il existe une grande homogénéité pour toute la région.

Le critère le plus important pour catégoriser les stratégies des ménages ressort des conditions dynamiques écologiques. L'évolution et l'état des ressources naturelles, ainsi que les conditions topographiques influencent le choix des actions par les ménages. Sur la base de ces critères, trois types de stratégie de ménage qui correspondent à trois zones écologiques différentes peuvent être identifiés. Outre ces trois types de stratégie, il existe une autre catégorie de stratégies, celle des immigrants. Celle-ci se distingue des stratégies des ménages autochtones surtout par l'importance donnée aux cultures de rente et aux activités commerciales. Les stratégies des ménages immigrants ne seront pourtant pas discutées ici parce qu'elles représentent un cas trop particulier.

- Les stratégies des ménages dans la zone située à proximité du massif forestier de Vohidrazana (Ambodiaviavy et Bemanasy)

Le premier type de stratégie des ménages a été identifié dans la zone écologique située à l'ouest de la région de Beforona. Elle comprend les terroirs villageois d'Ambohimarina, Bemanasy, Ambodiaviavy, Ampamelona et Tanambao. Avoisinant le massif forestier de Vohidrazana, cette zone se caractérise par des terrains généralement fertiles avec de bonnes jachères. Mais elle ne dispose par contre que d'une surface très restreinte de bas-fonds aménageables. L'état des ressources naturelles et les conditions

topographiques représentent deux conditions favorables à la culture de *tavy*, tandis que la riziculture irriguée n'est que difficilement praticable.

Ces conditions écologiques favorables rendent les cultures vivrières relativement faciles à assurer : la culture du riz pluvial occupe la majeure partie du temps des ménages et ils la complètent par d'autres cultures vivrières (respectivement 45% et 9% selon Moor, 1998). Le centre de préoccupation semble donc être l'autosuffisance alimentaire, et celle-ci est rendue possible par les ressources naturelles à disposition et un accès possible à de nouvelles terres.

Pourtant, la sécurité alimentaire ne signifie pas que les ménages ne recherchent pas à gagner des revenus supplémentaires. Ceux-ci sont assurés par les cultures du gingembre (pour laquelle la fertilité des terres est également un atout) et des *tanimboly* traditionnels. En y incluant les activités de commercialisation, Moor (à paraître) a trouvé une moyenne de 34% du temps investi dans les activités lucratives. Les autres occupations concernent les activités sociales alors que l'élevage et le salariat sont négligeables. En termes purement économiques, ce sont les travaux du *tanimboly* qui présentent le meilleur rapport temps/bénéfices, suivis du gingembre et des cultures complémentaires, puis loin derrière (deux fois moins que le *tanimboly*) le *tavy*, avec une moyenne d'env. 3'000 Fmg par jour de travail.

On notera donc que le choix de l'investissement du travail des ménages n'obéit pas uniquement à une logique économique mais qu'elle intègre des aspects cruciaux de sécurité alimentaire ainsi que des coutumes socioculturelles. La production de riz sur le *tavy* et des produits associés est considérée par les ménages comme le champ d'activité le plus important. Le riz n'assure pas seulement la sécurité alimentaire mais il donne aussi une certaine sécurité morale et le prestige nécessaire pour pouvoir évoluer dans la vie. Même si la possession de zébus reste un symbole traditionnel important, une marque de prestige, le riz de *tavy* semble avoir un statut relativement semblable dans la région : celui qui en a produit beaucoup obtient la considération de tous. D'après Moor (1998), après le riz, c'est le gingembre qui est classé comme deuxième parmi les champs d'activité prioritaires paysans. Le gingembre est un produit stratégique parce qu'il peut être récolté en cas de nécessité. L'argent provenant de la vente de gingembre est utilisé surtout pour couvrir des dépenses importantes, souvent pour l'achat de bœufs. Les produits du *tanimboly* sont par contre plutôt utilisés pour couvrir les dépenses quotidiennes, comme l'achat de produits de première nécessité, les dépenses de cérémonies ou les frais d'école. Les cultures complémentaires, les *horaka* et le salariat ne sont par contre pas considérés comme des aspects marginaux dans cette zone.

- Les stratégies des ménages en zone intermédiaire (Fierenana et Vakampotsy)

Un deuxième type de stratégies de ménage a été identifié dans les terroirs villageois de Fierenana et Vakampotsy, situés au nord du village de Beforona. Il s'agit d'une zone agro-écologique fortement déboisée avec une fertilité des sols réduite, surtout en crête de collines, mais disposant d'une surface considérable de bas-fonds aménageables. Cette zone n'est donc plus aussi propice à la production de riz sur *tavy* que les zones péri-forestières, mais elle offre un potentiel intéressant pour le riz irrigué.

La baisse générale de fertilité explique probablement un rapport temps/revenus beaucoup plus faible pour la culture sur *tavy* (moins de 2'000 Fmg, Moor à paraître). Par contre, le temps investi dans les *horaka* est plus élevé et il est accompagné par un investissement de temps plus important dans l'élevage et le salariat. En résumé, les stratégies sont relativement similaires : on tente d'abord d'assurer l'approvisionnement en riz (*tavy* et *horaka*) mais les conditions écologiques rendent le travail plus difficile (sarclages) et, comme on n'investit que le temps restant dans les cultures de rente, les budgets sont plus limités qu'en zones péri-forestières. Moor a par contre trouvé des rendements plus importants sur les *tanimboly* : si on tient également compte de l'émergence du salariat et de la volonté de la population à agir (voir chapitre 5, discussion), la population de ce terroir semble être contrainte à entrer dans une phase de transition entre un investissement essentiellement axé sur l'autosuffisance en riz et une concentration accrue des activités sur les sources de revenus monétaires. La présence des surfaces irriguées reste un potentiel sous-valorisé, notamment à cause de la concurrence entre ce travail et les activités liées au *tavy*. L'avenir sera probablement déterminé par la répartition de l'investissement de travail entre ces trois types d'exploitation.

- Les stratégies des ménages dans la zone dégradée (Salampinga et Ambohimadana)

Dans les terroirs villageois de Salampinga, d'Ambohimadana et d'Andekaleka, situés à l'est de la région de Beforona, la fertilité des sols est en grande partie dégradée : on le remarque aux importantes surfaces savanisées des crêtes. Par contre, cette zone dispose de surfaces de bas-fonds aménageables pour la riziculture irriguée et de vastes surfaces de pâturage. Les ménages habitant ces terroirs doivent en fait baser leurs stratégies en fonction de ces dispositions écologiques.

Malgré la spécificité écologique et topographique de cette zone, c'est toujours le *tavy* qui occupe la place la plus importante avec 33% du travail investi, tandis que les *horaka* prennent environ 11% du temps. En tenant compte des cultures complémentaires avec 7%, l'investissement en travail pour assurer la sécurité alimentaire atteint 51%. L'élevage de bœufs, indispensable pour le travail sur les *horaka*, occupe 3.5% du temps. La production de cultures de rente repose essentiellement sur le *tanimboly* qui représente 16% du travail investi. Les activités de commercialisation prennent en conséquence une certaine importance avec 11%, ainsi que l'investissement dans le capital social avec 12%. L'orpaillage atteint environ 4%, tandis que le salariat est marginal (Moor, 1998).

Une tendance générale se précise : poussés par la dégradation des hauts des collines, les paysans doivent cultiver leurs *tavy* sur les bas de pente, mais ceux-ci leur procurent du riz avec un rendement encore comparable aux *tavy* de Fierenana (puisque ces derniers sont encore aménagés sur l'ensemble des versants, sur des sites de fertilité moyenne). Par contre, la complémentarité entre l'élevage et la riziculture irriguée est exploitée de manière conséquente, ce qui assure un complément en riz significatif et laisse du temps pour les nettoyages et la commercialisation des produits des *tanimboly*. La population de Salampinga demandait d'ailleurs des appuis visant des aménagements hydro-agricoles. D'autre part, les sources de revenus monétaires, malgré l'absence de la culture du gingembre, sont exploitées de manière efficace : c'est dans ce terroir que les rendements des *tanimboly* atteignent 10'000 Fmg/jour de travail investi (Moor, 1998) et que l'orpaillage occupe les jeunes ménages en quête d'argent.

4.3 La culture sur brûlis : nature et successions des jachères

4.3.1 La « loi du *tavy* »

On a vu auparavant l'importance de la production de riz dans les stratégies des ménages. La culture sur brûlis, le *tavy* de la région, ne règle pas seulement la vie des *Betsimisaraka* (en moyenne 40% des activités) ; elle modèle aussi leur paysage. Spatialement, le complexe *tavy*-jachères représente 2/3 à 3/4 de la surface des terroirs et, même si c'est effectivement le *tavy* en culture qui occupe les esprits, les paysans suivent attentivement l'évolution des jachères. Ce sont essentiellement elles qui déterminent le choix des sites à mettre en culture. En effet, outre l'accès à la terre, c'est la composition, la couleur des feuilles, l'âge et la proportion d'arbres de la jachère, ainsi que les rendements précédents qui dictent le choix du site à défricher (propres données et Razafintsalama, 1996). Composition et productivité des jachères sont normalement influencées par la fréquence des mises en culture et par les sources de diaspores disponibles, qui ont normalement aussi été influencées par le processus de mise en culture.

Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, les sites forestiers ne sont pas les plus appréciés (éloignement des sites, ampleur du travail de défrichage qui nécessite des appuis par entraide ou embauche de salariés) et ils n'apportent pas de rendements extraordinaires lors de la première culture, d'après les dires paysans. En effet, il est probable que le tapis de fines racines et de mousse qui couvre les sites forestiers de la zone de Vohidrazana (zone de hauts de pente, 900-1100m d'altitude) n'ait pas brûlé grâce à son humidité résiduelle et ne se soit pas entièrement décomposé avant la première culture, ce qui entraîne une grande perméabilité du sol superficiel, éventuellement une concurrence des racines, mais ce qui implique surtout une ressource minérale du sol encore faible (voir chapitre 4.3.3, corrélation entre le type de végétation et les paramètres écologiques). Les paysans cultivent donc les sites de *vadikatana* plusieurs années de suite après le défrichage forestier, ce qui leur donne des rendements importants une fois que la matière organique du « tapis » s'est minéralisée. En considérant le processus d'extension concentrée des surfaces défrichées, on se rend compte que la proximité de la forêt n'influence que peu de temps la composition des jachères : les rejets de souche des espèces forestières et les baliveaux sont souvent directement recepés et coupés pour une deuxième, voire une troisième mise en culture successive. Pendant la mise en jachère qui suit, il est probable que le site contigu sera défriché à son tour.

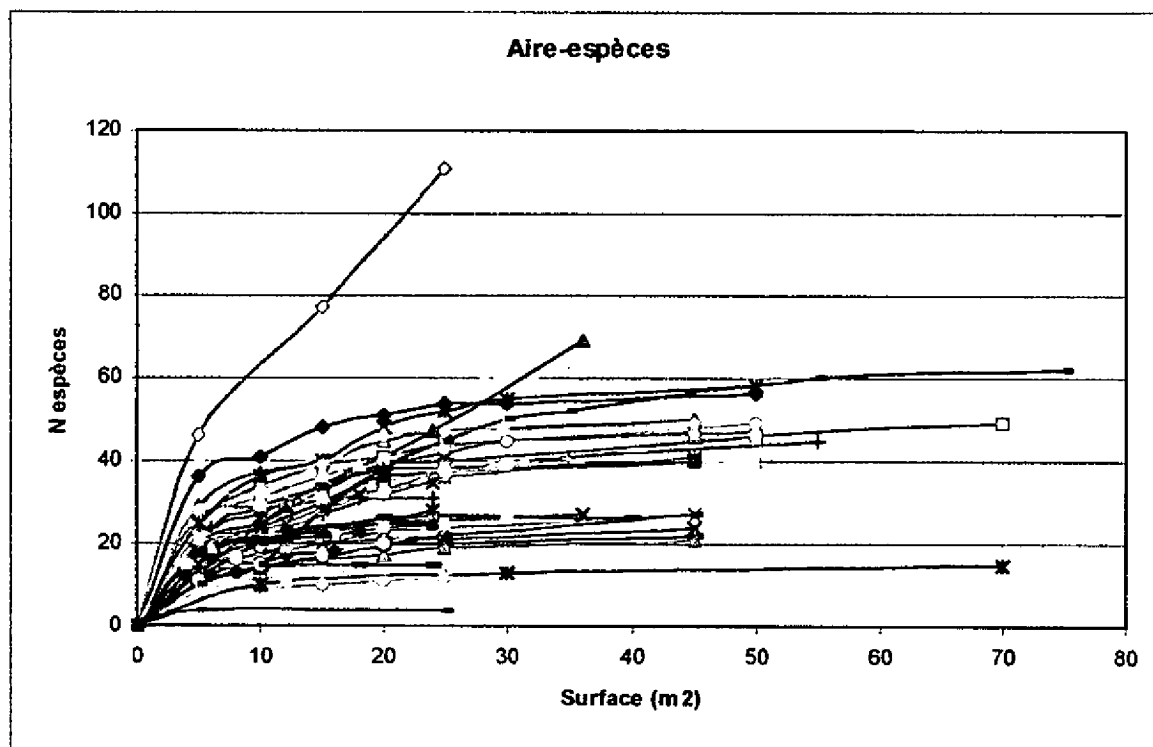
Si on considère qu'en plus, les surfaces défrichées de la zone de Vohidrazana, dont l'exploitation forestière est ancienne, ont été pour la plupart écrémées (voir Razafy Fara, 1999), on peut donc en déduire que la disparition des espèces forestières non-pionnières est très rapide et que l'influence des massifs boisés sur la composition des jachères est limitée à une période qu'on pourrait estimer à env. 10-20 ans dans les meilleurs cas.

4.3.2 La composition floristique des jachères

La méthode de travail utilisée est décrite dans le chapitre méthodologique. Nous ne rappellerons ici que la démarche générale : sur la base de 252 relevés floristiques effectués dans tous les types de jachères avec une pondération relativement représentative des formations observées, nous avons essayé de catégoriser les relevés en fonction de la ressemblance de leurs compositions floristiques.

Pour être sûr de relever la plupart des espèces qui caractérise une association, nous avons essayé d'adapter la surface des relevés au type de jachères. Sur la figure 35, formée des courbes aire-espèces d'environ 40 relevés, nous nous apercevons qu'une surface de 30m² correspond bien à la majorité des espèces couvrant les relevés « normaux ». Les relevés 12 et 58 (en bleu clair) se distinguent du lot : ils proviennent de zones forestières et de jachères péri-forestières (*vadikatana*) relevées, mais elles étaient de trop petite envergure pour qu'on puisse étendre la surface de relevé sans changer d'associations végétales ou d'unité de production (jachères d'âge différents).

Fig. 35 : Courbe aire-espèces d'une sélection de 40 relevés



On distingue deux groupes de relevés : un groupe à faible diversité, env. 20-30 espèces sur 30m², et un autre avec 40 à 60 espèces sur la même surface. Nous allons les retrouver ci-après.

Analyse phytosociologique de l'ensemble de 252 relevés

Le tableau final, joint en dépliant à la fin du document, présente 20 catégories différentes de relevés avec les espèces qui les occupent. Il a été obtenu après avoir fortement réduit le nombre total d'espèces : seules les espèces présentes dans plus de deux relevés y sont figurées (la liste exhaustive des espèces se trouve en annexe 9). Nous allons discuter de l'allure générale du tableau puis situer ces catégories dans

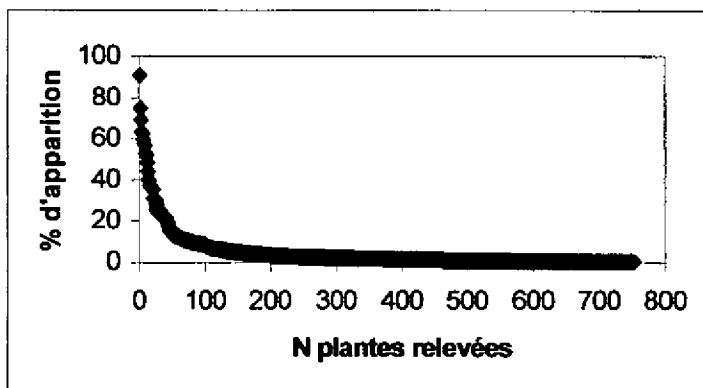
l'évolution de la culture sur brûlis en fonction de nos connaissances (enquêtes) et, dans le chapitre suivant, en fonction des relevés écologiques effectués.

Allure générale et description du tableau phytosociologique global (joint au document sous forme de dépliant)

On s'aperçoit tout d'abord que le tableau présente une tendance à la diminution du nombre d'espèces par relevé de gauche à droite. On retrouve les relevés issus de milieux forestiers et péri-forestiers à gauche. Sur la droite du tableau, on remarque enfin quelques groupes de relevés particuliers, peu diversifiés mais caractéristiques notamment de jeunes jachères et de savanes ou pseudosteppes (le dernier groupe de relevés provient du fait que très peu d'espèces ont été répertoriées et qu'ils ont une espèce en commun ; leur similarité écologique n'est pas possible à confirmer). La démarche de classification prévoit une répartition diagonale des relevés/groupes de plantes qui sont les plus concentrés. Dans ce tableau, la « diagonale » n'est pas directement visible car le processus a mis en exergue les groupes de relevés péri-forestiers, riches en espèces caractéristiques, avant de rassembler les groupes de relevés des jachères « du terroir agricole » qui sont eux composés de quelques plantes fortement dominantes. On remarque en général que certaines espèces sont extrêmement fréquentes et ont envahi quasiment tous les sites de jachères. Ce sont les espèces typiques des *savoka* de la région, même si les plus concurrentielles proviennent d'autres zones géographiques, comme *Clidemia hirta* qui a été introduite accidentellement en 1914 (Cabanis et al., 1970, dans Lowry et al., 1997).

Le graphe suivant nous confirme la dominance exceptionnelle dans l'ensemble des relevés d'un « set » de plantes tout à fait restreint (12 espèces sont apparues sur plus de la moitié des relevés !).

Fig. 36 : Fréquence d'apparition des plantes relevées (plus de 750 plantes déterminées sur 252 relevés)



La fréquence d'apparition de quelques plantes très communes nous expliquent pourquoi les paysans ne jugent pas une jachère qu'à la composition de la végétation, mais également à la couleur. Si elles sont si envahissantes, ces plantes présentent certainement une amplitude écologique relativement large, et c'est donc plus à leur vigueur et leur couleur qu'on peut se fier pour évaluer la fertilité du sol.

La matrice du tableau global présente 92,9% de zéros pour 252 relevés et 463 espèces (les espèces présentes 1 ou 2 fois ont été éliminées). Le coefficient carré moyen de contingence qui indique la valeur de la structure en groupe du tableau se situe à 0,11, ce qui est dans des normes satisfaisantes pour une matrice d'une telle envergure (valeurs en général situées entre 0.1 et 0.2 pour une matrice de 200, Wildi et Orloci, 1996). Les valeurs de Chi2 (17229) le confirment. Les valeurs propres de l'analyse de correspondance (0,55, 0,27, 0,24, cf. annexe 10) démontrent que les premiers axes apportent une bonne explication des variations observées : le premier axe de l'ordination donne une forme en « fer à cheval » des données relativement étriquées mais plus distinctes sur le 2e axe. On verra par une analyse de gradient par ordination indirecte qu'un gradient se profile tout de même nettement par rapport à certains facteurs.

Lors du processus itératif qui a permis l'établissement du tableau phytosociologique général, les groupements de relevés ont présenté très rapidement et à travers diverses variantes d'analyse une relation avec les terroirs de récolte et l'âge des jachères. Les relations avec les terroirs ne sont pas directement liées à une composante pédologique mais à une variable tout à fait importante : la répétition des cultures et son impact sur la végétation environnante. On passe en effet dans la région de stations défrichées en

bordure de forêt (on retrouve souvent les mêmes espèces pour des jeunes jachères forestières que pour des âgées) à des sites défrichés ayant subi de nombreuses cultures et éloignés de tout couvert forestier.

Le groupe de relevé 8 unit deux sites forestiers proches, dans la zone des forêts relictuelles écrémées de la région de Vohidrazana. Ils sont très semblables et se caractérisent tout d'abord par une certaine diversité floristique même si on peut retenir quelques espèces communes pour les décrire : *Ocotea laevis* qui est présenté par Razafy Fara (1991) comme une plante sciaphile édifiatrice qu'on retrouve dans les forêts naturelles ou exploitées depuis peu à Andasibe, *Psorospermum androsaefolium* qui se rencontre dans des sols rocaillieux (DEF, 1996), et enfin *Weinmannia humblotii* et *Oncostemum glaucum*. Les sous-bois sont marqués par des fougères arborescentes (*Cyathea spp.*) qui ont généralement un tempérament forestier, et le site le plus jeune par *Sticherus flagellaris* qui se révèle être un indicateur d'acidité ou en tout cas d'aluminium (Razafintsalama, 1996). On est en présence d'une forêt relictuelle de crête, de faible densité (écrémage) et avec un rajeunissement forestier sur sols pauvres et caillouteux (raison de la « non-exploitation »).

La structure de ces sites est généralement dominée dans la strate supérieure par une espèce pionnière forestière (par exemple certains *Eugenia spp.*, *Weinmannia humblotii*, *Cryptocarya thouvenotii*, *Ocotea laevis*) dont une partie peut provenir de rejets de souches ainsi que par un sous-bois peuplé d'espèces secondaires ligneuses, et de plantes forestières communes comme les *Cyathea* et *Dracaena reflexa*. Le sol est couvert d'un rajeunissement épars et sans invasion de rudérales, seul *Sticherus* apparaît dans ces conditions particulières.

Le groupe de relevés 9 regroupe également quatre forêts relictuelles (dont une de Salampinga) et treize vieilles jachères abandonnées, en général pour des raisons sociales (déménagement provisoire, *fady*, etc.) ou agronomiques (sols rocaillieux et trop peu fertiles). La diversité floristique y est la plus importante des sites et la flore généralement endémique, ce qui témoigne de la faible perturbation de l'endroit : soit l'environnement forestier a permis la régénération floristique du site, soit les rares répétitions de cultures ont permis aux rejets de souches et aux banques de graines du sol de survivre. *Allophylus cf. trichodesmus*, *Allophylus cobbe arboreus*, *Abrus precatorius* (introduit), *Dichapetalum chlorinum*, *Dracaena reflexa var. brevituba*, *Ophiocolea floribunda*, *Campylospermum lanceolatum*, *Dypsis hildebrandtii*, *Gaertnera sp6*, *Weinmannia bojeriana* et *rutembergii*, *Ochrocarpos madagascariensis*, *Xylopi flexuosa*, *Canarium boivinii*, *Schefflera vantsilana*, *Polyscias maralia* et *sp2*, *Psiadia lucida*, *pūsikahitra*, *Eugenia emirnenis*, *Ficus pyrifolia*, *Protorhus ditimena* et *Ravenala madagascariensis* forment les espèces typiques de ces endroits en phase de « régénération », après écrémage ou brûlis. La végétation de ces forêts de versants pentus ou de crête présente plusieurs caractéristiques :

- celle d'une végétation écrémée (pas d'espèces de grande valeur ; *Ochrocarpos* se retrouve en nombre dans les forêts exploitées des relevés de Razafy Fara (1991), comme *Blotiella madagascariensis*, *Leptaulaus citroides* et *Protorhus ditimena*) ;
- celle d'une végétation pionnière par la présence de certains types de parasoliers (*Schefflera*, *Polyscias*) ou d'espèces secondaires typiques comme *Macaranga cuspidata* ou *Brillantaisia madagascariensis* ;
- celle d'une végétation d'endroits ouverts puisqu'on y rencontre des herbes forestières (*Cyperus rufostriatus*, *Carex renschiana*) et dégradés si on tient compte de *Weinmannia rutembergii* (DEF 1996) et des signes d'acidité du sol avec *Sticherus flagellaris* et *Gleichenia linearis* ;
- et enfin celle d'une végétation qui est influencée par un environnement cultivé et se peuple de plantes « ubiquistes » comme *Clidemia hirta* et *Mikana scandens*.

Ces jachères arborées ou forêts écrémées et auparavant ouvertes ont pourtant retrouvé un climat interne forestier, si on en juge à la présence du rajeunissement ligneux, de quelques épiphytes (*Medinilla sp.*, *Asplenium nidus*) et de plantes de sous-bois forestier (*Cyathea spp.*, *Asparagus simulans*, *Tacca leontopetaloides*, *Dioscorea cf. arcuatinervis*, *Schizaea dichotoma*).

D'un point de vue écologique, ces rares endroits de régénération représentent une source de graines et d'informations sur les processus de régénération en sites de crêtes à ne pas délaissier si on entend une fois exploiter, enrichir ou simplement conserver ces sites normalement délaissés à cause de leurs sols pauvres et fragiles.

La strate supérieure de ces sites est souvent discontinue et relativement basse (10-12m), dominée par des *Weinmannia*, *Protorhus*, *Allophylus* et *Schefflera*. Elle est accompagnée d'une strate arbustive diverse et souvent d'un tapis graminéen (*Isachne mauritana*, *Panicum brevifolium*).

Le groupe de relevés 14 est composé de neuf jachères plutôt arbustives et plus jeunes qu'on rencontre dans les zones péri-forestières. Les espèces ligneuses qui la composent sont également caractéristiques des espaces secondaires, mais la diversité a baissé et seules quelques espèces à forte capacité de dissémination et à croissance rapide dominent ces sites : il s'agit de *Croton mongue*, *Psiadia altissima*, *Ravenala madagascariensis*, *Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis* et, dans une moindre mesure, de *Maesa lanceolata* et *Dichaetanthera oblongifolia*. Ces espèces dominent avec une grande abondance un sol qui reçoit assez de lumière pour se couvrir de *Clidemia hirta*, de la fougère *Nephrolepis biserrata* et de graminées comme *Sabicea diversifolia*, *Paspalum conjugatum* et *Isachne mauritiana*.

Alors qu'on avait auparavant une répartition des espèces relativement équilibrée, ce groupe de relevés illustre une nouvelle stratégie de recouvrement du sol, après que les rejets de souche avaient été éliminés : la propagation concentrée sur une ou un nombre limité (4-5) d'espèces dominantes à germination et croissance en jeunesse rapides. La mise à nu et la lumière donnée au champ a permis l'installation de graminées plus nombreuses, provenant des jeunes jachères avoisinantes.

La strate supérieure est donc souvent presque monospécifique et peut s'élever jusqu'à environ 8m (couvert de 25-40%). Le sous-bois est éparé et de nombreuses lianes ou arbustes lianescents s'y rajeunissent. La strate inférieure (<2m) est la plus dense (60% de recouvrement pour le relevé 14 par exemple) et quelques recrûs de valeur (par exemple *Gambeya boiviniana*) y sont concurrencés par des rudérales comme *Clidemia hirta* ou des graminées.

Le groupe de relevés 11 est très facilement reconnaissable et il est connu des paysans : il réunit cinq jachères de deux à six ans de la zone péri-forestière, dominées par *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* et quelquefois *Trema orientalis*, *Dombeya cf. biumbellata*, *Weinmannia rutenbergii* ou *Oncostemum glaucum*. On retrouve sur ces sites la stratégie de recolonisation concentrée sur quelques espèces clés du groupe de relevé 14. Les plantes envahissantes introduites (*Lantana*, *Rubus*) sont absentes de ces stations et même *Clidemia hirta* reste en faible abondance sous ces couverts. Ces sont des jachères nommées « *dedeka* » (voir 4.2.1), à forte composante ligneuse et dont la mise en culture intéresse les paysans. La structure de ces jachères est très simple : un couvert principal (6-8m) dominant un sous-bois éparé et un sol parsemé d'espèces communes des *savoka* comme *Dianella ensifolia* et *Clidemia hirta*.

Le groupe de relevés 15 ne présente plus que de rares espèces strictement forestières à proprement parler ; même *Dracaena reflexa*, présent dans les trois premiers groupes, est absent de ces 21 jachères qui se distinguent plus par leurs espèces ligneuses arbustives que par leur âge. Ces jachères proviennent de la zone de Fierenana et de Vohidrazana et les éléments ligneux subsistants semblent donc avoir la capacité de se régénérer même après plusieurs mises en culture, et ne pas provenir directement de la banque de graines du sol ou des rejets. Il s'agit de rajeunissement d'espèces relativement rares qu'on rencontrait également dans les autres groupes péri-forestiers comme *Psorospermum androsaemifolium*, *P. cf. humile*, plusieurs *Campylospermum*, *Ilex mitis* et *Allophylus cobbe arboreus*, et d'espèces arbustives plus communes des jachères comme *Macaranga cuspidata*, *Aphloia theiformis* (introduit), *Eugenia emirnensis*, *Tambourissa trichophylla*, *Omphalea oppositifolia*, *Anthocleista madagascariensis*, *Weinmannia rutenbergii*, *Myrica spathulata* (caractéristique du groupe), *Psidium cattleianum*, *Oncostemum leprosum*, *Albizia gummifera* et diverses rubiacées souvent lianescentes (*Danais sp1* et 3, *D. hispida* et *fragrans*, *Gaertnera phyllostachya*, *Saldinia sp1*, *Psychotria sp3*, *Mussaenda sp5*, *Coffea sp.*, etc.). Le couvert est principalement formé par *Psiadia* et *Harungana*, parfois accompagnés par *Aframomum angustifolium* et *Streblus dimepate*. Plusieurs espèces introduites et rudérales sont présentes : *Lantana camara* et *Rubus molluccanus* ne dominent pas mais on remarque que l'étage herbacé se diversifie et on voit apparaître à côté de quelques fougères ou graminées forestières des herbes communes des *savoka* : *Isachne mauritiana* encore, *Actinoschoenus thouarsii*, *Paspalum nutans*, *Lygodium lanceolatum* et *Scleria abortiva*. *Pteridium aquilinum*, la fougère-aigle, indique le caractère secondaire établi de ce groupe de relevés et pourrait être liée à un pH élevé (Razafintsalama, 1996), et certaines espèces comme *Diodia sarmentosa* confirment « l'enherbement » naissant de la parcelle qui entraînera un surplus de travail lors du sarclage des *tavy*. Par endroit, au même titre qu'*Aframomum*, *Selaginella lyalii* et *Machaerina flexuosa* pourraient indiquer le caractère humide de certains relevés de ce groupe.

La structure verticale de ce groupe, comme on l'a dit par rapport à l'âge, n'est pas homogène. Les relevés de jachères âgées peuvent culminer autour de 8m alors que les plus jeunes atteignent au maximum 2.5m. On peut néanmoins avancer qu'ils ont généralement une strate discontinue d'émergents, en fonction de la croissance de quelques espèces, un sous-bois clair et un tapis herbacé qui couvre entre un tiers et plus de 50% du sol.

Le groupe de relevés 12 (7 relevés) est très proche du GR 11, à la différence près que *Lantana camara* et *Rubus mollucanus* y concurrencent plus directement *Psiadia* et *Harungana*, que *Paspalum nutans*, *P. conjugatum* et d'autres adventices y démontrent un environnement cultural plus proche. *Trema* et *Streblus* semblent se révéler comme espèces secondaires compagnes résistant aux répétitions de brûlis. Ces sites généralement de bas de pente ou de versants sont intensément cultivés, comme dans le cas du GR 11.

Le groupe de relevés 13 (24 relevés) ne se distingue du GR 15 quasiment que par l'âge plus jeune des jachères qui entraîne une plus grande abondance (et diversité) d'espèces herbacées parmi lesquelles *Helichrysum cordifolium* semble spécialisée dans le recouvrement abondant des jeunes jachères péri-forestières, comme *Neyraudia arundinacea* et dans une moindre mesure *Solanum mauritianum*. *Lantana*, *Rubus* et *Aframomum* continuent de s'affirmer comme concurrentes importantes mais les espèces secondaires compagnes comme *Maesa lanceolata* subsistent. La structure est encore une fois simple et ces jeunes jachères atteignent jusqu'à 5m de hauteur. Ce sont surtout les espèces dominantes de la strate supérieure (30-60% de recouvrement) qui déterminent le microclimat une fois qu'elles ont recouvert les herbacées du premier couvert.

Le groupe de relevés 5 (11 relevés) rappelle les GR 11 et 12, mais ce sont les espèces rudérales qui dominant totalement le couvert. *Lantana camara*, *Rubus mollucanus* (les deux introduites) et *Aframomum angustifolium* ont supplanté les espèces ligneuses secondaires. Ces jachères sont d'une pauvreté floristique marquée et leur couvert est si dense à cet âge qu'il ne subsiste que de rares plantes en sous-bois, notamment *Ficus politoria*, quelques fougères des couverts péri-forestiers et quelques adventices rudérales.

Le GR 10 (19 relevés) reste très proche des GR 13 et 15, mais il représente une forme encore plus jeune. On remarque très nettement le groupe d'espèces recolonisatrices qui le caractérisent : Les *Solanum mauritianum* et *S. americanum*, *Lactuca indica*, *Bidens pilosa*, *Erigeron naudinii*, etc. sont appelés à disparaître pour laisser la place à *Psiadia* et *Harungana*. *Trema orientalis* est fortement représenté en jeunesse mais on notera qu'il ne supporte la concurrence qu'en de rares occasions (GR 14).

Les 19 jachères relativement jeunes du **GR 18** ne présentent plus de caractère forestier ou péri-forestier proprement dit. *Psiadia* et *Harungana* ont disparu et ces jachères ne possèdent que de rares arbustes de jachères comme *Dracaena reflexa*, *Aphloia theiformis*, *vanginambo* (un *Clerodendrum*, probablement putre), *Streblus dimepate* et *Tambourissa purpurea*. Elles sont sinon formées d'espèces rudérales typiques : *Lantana*, *Rubus* et *Aframomum* en strate supérieure, parfois un sous-bois de *Pteridium* important, et une strate herbacée diverse, dominée sur certains relevés par *Clidemia hirta* et *Neyraudia arundinacea*. La faible productivité de *Lantana* et *Rubus* et la présence de *Pteridium* pourraient indiquer une tendance à la dégradation. Ces jachères ne font plus que 2m de haut environ ; il n'y a plus d'étage intermédiaire et le couvert herbacé est assez peu abondant.

Le GR 17 caractérise 11 jachères dégradées à *Sticherus flagellaris*. On y rencontre d'autres plantes indicatrices de mauvais terrains comme *Imperata cylindrica*, *Pteridium aquilinum*, *Lycopodiella cernua* et certaines cypéracées. On remarque la présence de *Cyathea*, plantes forestières adaptées aux sols pauvres en nutriments. *Psiadia*, *Harungana*, *Rubus* et *Lantana* y supportent des sols lessivés mais sans avoir une production et une hauteur comparables aux autres sites pour une même durée de jachère. Le couvert herbacé est pauvre.

Sur les 17 sites du **GR 20**, on ne voit aucune des espèces rudérales dominer clairement et leurs recouvrements sont moyens. Ces relevés comportent une quantité de fougères et de plantes adventices importantes (*Paspalum spp.*, *Diodia sarmentosa*, *Ageratum conyzoides*, etc.). Il s'agit de jachères relativement jeunes et de sites intensément cultivés auparavant. La présence simultanée sur certains sites de *Ludwigia octovalvis*, *Sacciolepis indica* et *Alectra sessiliflora* est délicate à interpréter sans de plus

amples connaissances de leur écologie, mais il est probable qu'elles représentent également un signe de secondarisation avancée.

Les 15 jachères du GR 19 démontrent la rusticité de *Psiadia* qui domine des sites sur lesquels apparaît *Imperata cylindrica*, une indicatrice de dégradation du couvert au même titre qu'*Urena lobata*. Ces sites de la zone péri-forestière comportent de plus un rajeunissement de quelques arbustes, notamment *Albizia gummifera*, mais la présence régulière de *Lycopodiella cernua* indique une dégradation du sol combinée à des difficultés de sarclage des adventices. *Psidium guajava*, une espèce arbustive introduite, démontre une capacité intéressante à supporter ces sites en voie d'appauvrissement.

Les GR 7 et 6 (respectivement 10 et 12 relevés) peuvent être affiliés au GR 5 mais certaines espèces, notamment certaines fougères rudérales, *Paspalum conjugatum*, des restes de cultures de manioc, les ravenales, *Solanum mauritianum*, *S. torvum*, *Passiflora foetida* et *Dioscorea bulbifera*, les distinguent de celui-ci. Ces jachères rudérales, de la zone de Salampinga surtout, denses et productives, ne se différencient en fait que peu de leurs homologues de la zone forestière, ce qui pourrait indiquer qu'elles ont pu être cultivées sans trop se dégrader pendant une longue période.

Les GR 3 et 2 (respectivement 22 et 10 relevés), qui ne se caractérisent que par quelques espèces particulières, se composent de jachères souvent jeunes et se distinguent des GR 6 et 7 surtout par un couvert plus faible de *Lantana*. *Rubus* et *Aframomum* dominent mais une plus grande abondance de plantes herbacées et surtout de *Pteridium* pour le GR3 pourraient indiquer une période délicate de la jachère au niveau des ressources du sol et d'une éventuelle mise en culture. *Sida rhombifolia*, *Paspalum conjugatum*, *Urena lobata*, *Youngia japonica* et *Panicum maximum* indiquent surtout un processus d'enherbement de ces jachères, par des plantes que les paysans n'apprécient en général pas.

Les 12 relevés du GR 16 caractérisent les sols et la végétation la plus dégradée de la région : on y retrouve *Sticherus flagellaris*, *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa* et, dans les sites totalement savanisés, *Aristida sp.*

Le GR 4 n'a pas de signification écologique particulière. Les trop rares espèces qui composent ces deux relevés n'ont pas permis leur classement correct. Seule la présence simultanée et probablement aléatoire de *Dioscorea bulbifera* a réuni ces relevés. Le relevé 62 présente plutôt les caractéristiques du GR 1 alors que la jachère à *Rubus mollucanus* 144 pourrait être plutôt affiliée au GR 6.

Le GR 1 représente de très jeunes jachères à *Solanum torvum* et *Passiflora foetida*, sur lesquels restaient des tiges de riz. Elles deviendront probablement des jachères denses à *Lantana* et *S. torvum* semblables aux relevés du GR 7. On notera la présence de *Pteridium* qui n'est pas forcément un signe de dégradation certaine si elle apparaît en bas âge.

Interprétation du tableau phytosociologique global et première synthèse

L'analyse discriminante (Wildi, 1992) utilisée pour savoir quel facteur environnemental ou biotique (parmi l'âge, la pente et l'altitude, seuls éléments disponibles pour tous les relevés floristiques du tableau général) était le mieux corrélé avec la structure remaniée de la matrice a fait ressortir une influence prépondérante de l'altitude, puis de l'âge des jachères.

Si on catégorise de manière systématique les relevés en fonction de l'altitude (5 groupes formés), on s'aperçoit que certains groupements se distinguent effectivement en fonction de l'altitude et que les espèces suivantes influencent la distinction de ces groupes : il s'agit d'abord des espèces typiquement forestières mais rares, puis dans l'ordre d'*Albizia chinensis* (subspontané dans les zones cultivées), *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* (ces deux étant typiques des zones forestières), *Solanum torvum* et *Paspalum mutans* (la première étant plutôt présente à Salampinga, la dernière rudérale).

Si on groupe les relevés en fonction de leur âge, on retrouve à nouveau l'influence prépondérante des espèces des relevés forestiers et des jachères âgées. Pourtant, en observant les profils de l'analyse de concentration (Wildi et Orloci, 1996), qui nous donnent une idée de la relation entre les groupes d'espèces et un facteur donné, c'est le groupe d'espèces no 5 qui présente une nette tendance de corrélation positive par rapport à l'âge. Ce groupe comprend les espèces *Solanum americanum*, *Lactuca indica*, *Bidens pilosa*, *Crassocephalum sarcobasis*, *Solanum mauritianum* et *Trema orientalis*. En faisant

une analyse discriminante de Jancey, ce sont de nouveau les espèces forestières qui dominent (il faut savoir que tous les âges sont généralement concentrés entre 1 et 6 ans alors que certains sites forestiers se démarquent avec des âges de 50 à 200 ans estimés par défaut pour les endroits non-cultivés) et une espèce comme *Lactuca indica* qui fait partie du groupe d'espèces 5 ne se trouve qu'au 203^e rang ! En conclusion, le classement de la végétation de ce tableau, de manière générale, est surtout corrélé avec l'altitude des relevés qui est elle-même directement liée à la répétition des brûlis.

Selon ce tableau, qui reflète avant tout l'influence de l'homme sur la végétation, nous pouvons essayer de catégoriser encore plus grossièrement ces relevés de végétation et de les classer en 4 étapes de dégradation, au sens floristique :

Les premières et anciennes jachères des zones péri-forestières (zone de Vohidrazana)

L'échantillonnage des relevés n'a pas accordé une importance prépondérante aux premières jachères après défrichement mais plutôt aux jachères qui entraînent dans les cycles culturaux actuels. Néanmoins, quelques forêts relictuelles et plusieurs vieilles jachères ont été relevées car elles représentent de rares exemples d'évolution peu perturbée de la végétation.

On y classe les 4 premiers groupes de relevés : Les GR 8 et 9 représentent des forêts de crête surexploitées et des vieilles jachères peu cultivées auparavant. Les jachères exploitées depuis très peu de temps en zones forestières forment des jachères à pionniers forestiers. *Psiadia* et *Harungana* se révèlent rapidement comme les espèces secondaires les plus robustes alors que certaines composantes arbustives ont été conservées grâce à une faible intensité des cultures dans le GR 15. Nous l'avons groupé avec les GR 10 et 13 dans une suite temporelle. Il faut pourtant noter ici une observation qui pose problème dans toutes les interprétations de tableaux : *les plantes qui apparaissent dans les jeunes jachères sont souvent en même temps des plantes qui indiquent une dégradation du couvert végétal à plus long terme.* C'est ainsi que les jeunes jachères 10 et 13 présentent également certains signes d'utilisations plus fréquentes dont nous n'avons pas tenu compte dans cette catégorisation simplifiée.

Les jachères à composantes arbustives

Les âges de jachère des GR 11 et 12 poussent à croire qu'elles sont régulièrement cultivées, plus fréquemment (et/ou rapidement) que l'ont été les jachères du GR 15, si bien que seules les espèces secondaires les plus compétitives, en particulier *Psiadia* et *Harungana*, ont pu se reproduire assez rapidement pour assurer le recouvrement des sites. Sur les sites à proximité de cultures plus anciennes, les espèces rudérales comme *Lantana*, *Rubus* et *Aframomum* arrivent à éliminer *Psiadia* en bas de pente (GR 5 qui fait partie du groupe 3), et s'y mêlent sur les versants (GR 18, puis 20 et 19). La concurrence entre ces espèces communes est délicate à analyser. D'après les paysans, *Psiadia* indique de « bons » sols mais pas aussi bons que *Lantana* par exemple. *Psiadia* semble être très adaptée aux successions secondaires des hauts de pente, où elle peut concurrencer plus longtemps l'invasion de rudérales que dans les vallées, où les plantes introduites qui y progressent les dominent petit à petit. A plus long terme, comme les zones de crêtes se dégradent plus rapidement que les vallées, *Psiadia* se raréfie. Le GR 18 regroupe des formations souvent exploitées et situées dans la zone des cultures qui bénéficient encore de sources de diaspores arbustives. Les GR 20 et 19 semblent être des sites sur lesquels aucune des plantes secondaires normalement dominantes ne parvient à recouvrir rapidement et entièrement le sol si bien que les plantes herbacées y deviennent toujours plus nombreuses, jusqu'à l'apparition régulière d'*Imperata cylindrica* dans le GR 19 qui représente une forme de transition avec les jachères rudérales dégradées.

Les jachères rudérales productives

Le GR 5, les GR 1, 6 et 7 se composent essentiellement de *Lantana camara* et *Rubus mollucanus* qui ont dominé *Psiadia altissima* et sont à maturité pour les GR 5 et 7. Seules quelques très rares espèces arbustives à large spectre de dissémination s'y trouvent encore. Les recouvrements des espèces rudérales y sont élevés (rapidement là où s'installe *Solanum torvum*) et ces sites dans lesquels on retrouve de nombreux relevés de bas de pente semblent pouvoir maintenir leur composition et leur potentiel de production même si on y rencontre de plus en plus de « mauvaises herbes » avec la répétition des cultures.

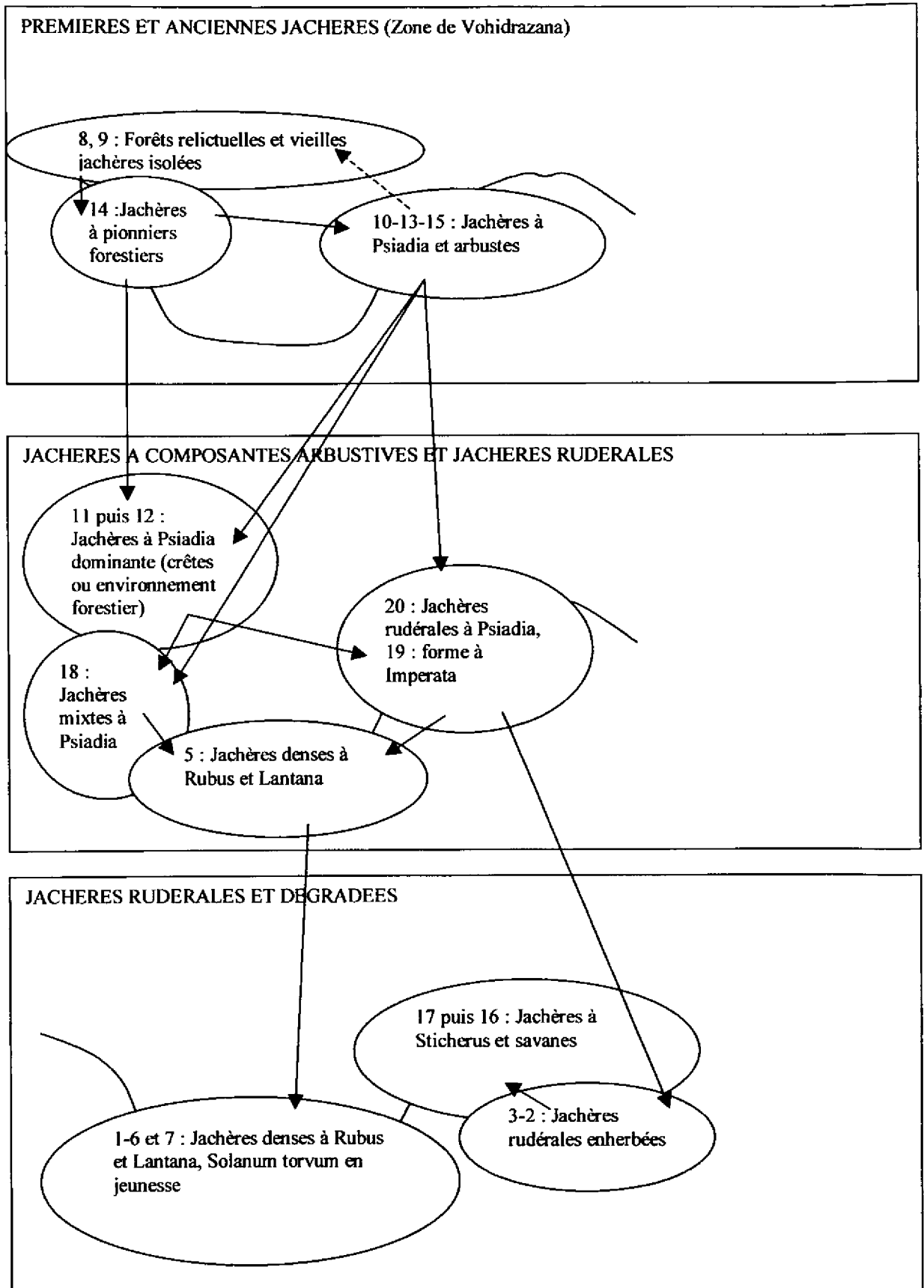
Les jachères rudérales dégradées

Il est délicat de savoir ce que les jeunes jachères des GR 2 et 3 vont devenir après une plus longue période de croissance. Néanmoins, les fougères et les plantes herbacées qui les caractérisent les prédisposent à une dégradation du couvert si les cultures sont fréquentes. Ces jachères se trouvent ainsi en phase de transition avec les jachères vraiment dégradées.

Les jachères des GR 16 et 17 présentent des signes évidents de dégradation. Sur le GR 16, *Lantana* ne recouvre que peu le sol et se trouve probablement sur des sites trop compacts et lessivés pour sa croissance ; *Aframomum* et *Psiadia* résistent aussi à ces conditions mais sans y être beaucoup plus abondantes. *Sticherus flagellaris* apparaît en masse, accompagné de *Carex sp2* et *Imperata cylindrica* qui sont aussi liés aux sols acides. Ces stations ne seront normalement plus cultivées mais le processus d'enherbement et de savanisation y progressera si ces sites, souvent en limites de culture, subissent encore le passage du feu.

Même les espèces dites rudérales ou envahissantes ne croissent plus sur les stations du GR 16, abandonnées pour le tavy mais utilisées en partie pour le pâturage. *Elephantopus scaber*, *Scleria abortiva*, *Pteridium aquilinum*, *Panicum brevifolium*, *maximum et sp*, *Desmodium ramossimosum*, *Crassocephalum sarcobasis*, *Diodia sarmentosa*, *Lygodium lanceolatum*, *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa* et *Aristida sp.* sont les derniers représentants du monde végétal. Il n'existe plus aucune composante ligneuse mais il est remarquable de retrouver des espèces robustes comme *Lygodium lanceolatum*, une fougère rampante, et *Elephantopus scaber* capables aussi bien de s'installer dans les jachères ouvertes en périphérie de forêt que de survivre aux mises à feu répétées et aux modifications du sol.

Fig. 37 : Schéma récapitulatif des stades de successions floristiques distingués



En conclusion, la succession de la végétation de la région de Beforona est dictée par quelques facteurs cruciaux ; la **fréquence des cultures**, en particulier peu après le défrichement, déterminera la diversité floristique des jachères. On peut retrouver des pionniers forestiers (*Croton mongue*, *Trema orientalis*, etc.) et certains rejets d'espèces moins secondaires après les toutes premières cultures. Par la suite, si le site est cultivé régulièrement, *Harungana* et *Psiadia* sont les espèces secondaires qui subsistent et dominent le couvert.

A ce stade, **l'environnement végétal et le relief** détermineront si les **espèces rudérales dominantes et compétitives** (*Lantana* et *Rubus* surtout) vont se substituer aux espèces forestières pionnières pour former un couvert rudéral dense. Cette concurrence, par exemple entre *Lantana* et *Psiadia*, dépend de « l'avancée géographique des espèces introduites » puisque dans certaines zones, comme dans l'enclave du Parc National de Zahamena au nord de la zone d'étude, elles sont encore absentes, mais aussi du relief. Il est donc difficile d'interpréter leur présence ou absence sans connaître l'environnement végétal général. Sur les versants pentus, les hauts de pente et les crêtes, *Psiadia* et *Harungana* côtoient ces espèces rudérales dominantes sans être éliminées. Les autres espèces ligneuses proviennent de sources de diaspores aisément dispersées sur de longues distances (anémio- et zoochorie). C'est sur les sites où le couvert arbustif tarde à se réinstaller que les sols se dégradent et que le couvert se transforme sous la domination des **espèces rudérales herbacées et des fougères** qui se rencontrent dans les jeunes jachères. Elles s'y maintiennent si les **conditions pédologiques** inhibent le rajeunissement des autres espèces.

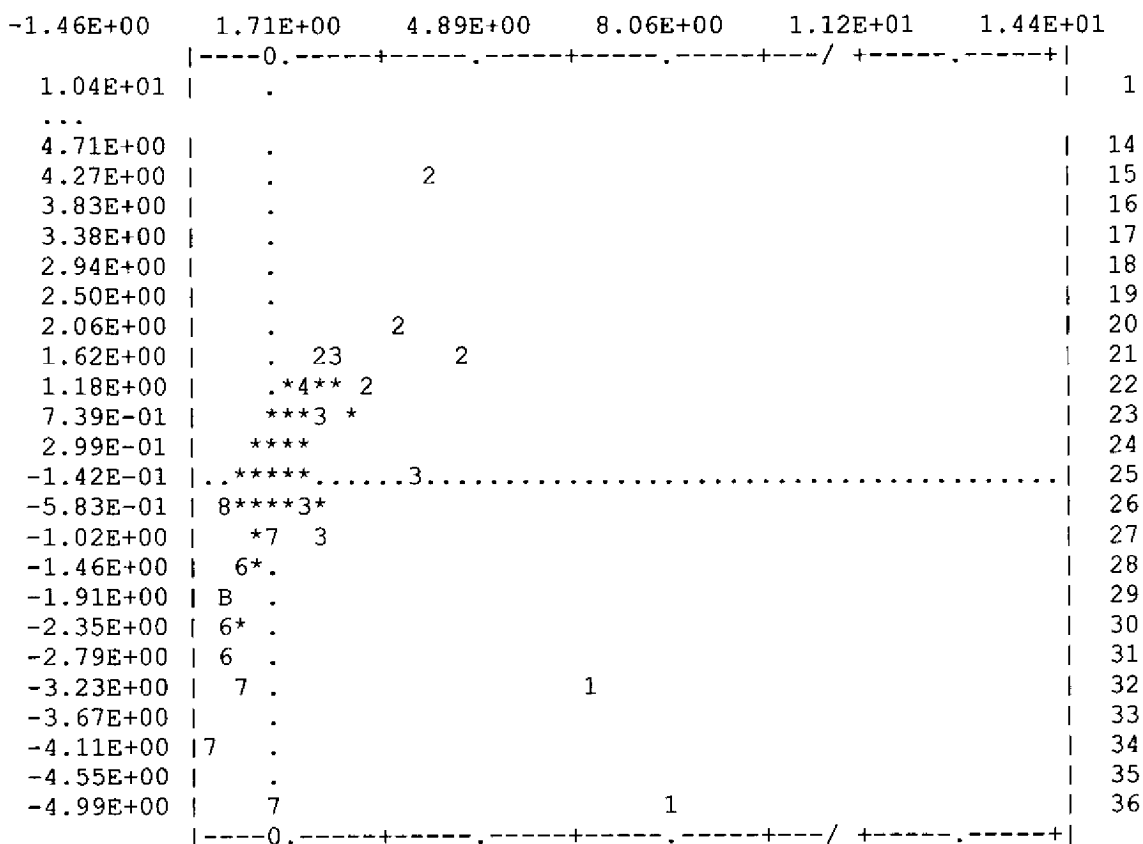
4.3.3 La corrélation entre le type de végétation et les paramètres écologiques

Pour en savoir plus sur l'écologie des jachères et leur relation avec les sols, nous avons effectué des relevés pédologiques pour une partie des relevés présentés. 161 sites ont fait l'objet d'un prélèvement de sol, le tableau de l'annexe 11 qui suit nous présente le résultat de la même procédure d'analyse phytosociologique que pour le tableau global, mais en formant 15 groupes de relevés seulement. Ce tableau sol-végétation comprend 161 relevés et 261 espèces (89,4% de zéros).

On retrouve dans ce nouveau tableau les mêmes types de groupes de relevés que ceux qui ont été décrits ci-dessus, même si le classement a été effectué sur un nouveau jeu de données. On reconnaît de gauche à droite les sites forestiers (GR 1 et 2), les jachères à *Psiadia* et arbustes, mêlées aux jachères mixtes à *Psiadia* (GR 3), les jachères à *Psiadia* dominante ou à pionniers (GR 4), les jachères rudérales à *Psiadia* (GR 5), les jachères denses à *Lantana* et *Rubus* (GR 11), une forme plus âgée de jachères mixtes à *Psiadia* (GR 13), un deuxième groupe de jachères denses à *Lantana* et *Rubus* (GR 14), une jachère rudérale enherbée (GR 15, qui représente un faciès dégradé du GR 14), un autre groupe de jachères rudérales enherbées (GR 10), une jachère rudérale à *Psiadia* et *Imperata* (GR 12), un groupe de jachères denses à *Lantana* et *Rubus* (GR 9) et sa forme de jeunesse à *Solanum torvum* (GR 8) et enfin des jachères à *Sticherus* (GR 7) et des savanes (GR 6).

Sur ce jeu de données, l'ordination de l'analyse des correspondances (figure 38) fait maintenant mieux ressortir une structure en fer à cheval ou arquée (Kendall, 1971 ; Legendre, 1998) qu'on nomme « effet Guttman » et qui indique l'apparition d'un gradient. Il apparaît arqué à cause de la non-linéarité des données : il arrive souvent avec les données d'abondance d'espèces que le second axe ne soit qu'une fonction quadratique du premier, ou inversement (Legendre, 1998). Dans notre cas, l'âge et l'altitude sont des variables qui sont corrélées avec les groupements et entre elles. En effet, la majorité des vieilles jachères et des forêts a été relevée dans la zone la plus élevée de Vohidrazana.

Fig. 38 : Ordination (axes 1 et 2) de l'analyse de correspondance de la matrice végétation (les chiffres représentent les numéros de groupements de relevés, les étoiles des concentrations de plusieurs groupements)



Le gradient illustre à nouveau le passage progressif d'un couvert à composante ligneuse (extrémité droite du fer à cheval) à des formations herbacées (extrémité gauche). L'influence des particularités floristiques des zones forestières est très forte, presque trop pour le groupe de relevés 1 qui apparaît comme marginal. On peut tout de même réunir les GR 1-4 qui se sont démarqués, les sites de jachères à *Psiadia* et rudérales (les * de l'ordination) qui sont fortement regroupés, et on voit à l'autre bout du gradient les GR 6, 7 et 12 (B=12) qui sont des formations de *Psiadia* et *Imperata* (GR 12), des jachères à *Sticherus* (GR 6) et enfin des savanes (GR 7). Le GR 8 (jeunes jachères denses à *Solanum torvum*) se démarque également des jachères « normales » sans que cette formation ne soit réellement intégrée dans le gradient « de dégradation » : elle représente un stade de développement particulier.

La relation entre les groupes de relevés du tableau (annexe 11) et leurs descripteurs (qui comprennent maintenant des variables pédologiques) peut être mesurée à l'aide d'une analyse du « pouvoir discriminant » des descripteurs (Wildi et Orloci, 1996). Les valeurs F qui sont calculées sont le rapport de la variance *entre* les groupes par la variance *dans* les groupes. On retrouve surtout la relation des données d'altitude (F=23.7) avec les groupements formés, ce qui masque les corrélations avec les autres descripteurs (suivent l'âge avec F=5.7, l'aluminium avec F=5.1, la somme des bases échangeables F=3.4, C, P, K, N entre F=1.0 et 1.6, et en dernier la pente).

Pour que l'analyse ne dépende plus de la structure en groupes de relevés qui a été réalisée, il est possible de passer par une analyse de gradient (définie comme l'ensemble des méthodes qui décrivent les relations entre la végétation et les variables environnementales sans classification). L'ordination indirecte décrite par Wildi (1992) est une méthode qui permet d'atténuer les effets de non-linéarité (démonstrés par le fer à cheval) avant de comparer les relations entre les descripteurs et les axes d'une ordination en coordonnées principales. Cette ordination indirecte nous montre une tendance relativement semblable à l'analyse des valeurs F sur le premier axe. On remarque par contre que le deuxième axe correspond lui plus directement

aux variables pédologiques, avec à nouveau l'aluminium et la somme des bases échangeables parmi les facteurs les mieux corrélés, suivis de l'azote et du phosphore.

Fig. 39: Corrélations des descripteurs avec les axes principaux

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Altitude	-0.70239	-0.18653	0.07063	0.06846
Age	-0.40323	0.17530	-0.20495	-0.35304
Pente	-0.27272	-0.01499	-0.01302	-0.06569
C	0.00800	0.01888	-0.04984	-0.11759
N	0.00763	0.21511	0.09086	0.04266
P	0.05831	0.21604	0.11278	-0.03887
K	0.06571	-0.05085	-0.12070	0.19783
SBE	0.17186	0.42311	0.15531	0.00950
Al	-0.19654	-0.41770	-0.12782	0.03237

De cette comparaison, nous retiendrons que l'altitude, certainement corrélée avec la répétition des brûlis, la végétation forestière et l'âge de la végétation présentent les meilleures corrélations avec les variations observées dans la végétation. Par rapport aux conditions pédologiques, ce sont surtout l'aluminium et les bases échangeables qui montrent une correspondance avec la structure de la matrice végétation. Il subsiste un doute au sujet d'une éventuelle influence du phosphore et de l'azote, mais le potassium ne semble pas être corrélé du tout avec la composition de la végétation. Il faut bien évidemment tenir compte des problèmes rencontrés lors de l'analyse du potassium (voir chapitre 3).

Deux autres possibilités d'analyse de comparaison générale de la relation entre les descripteurs et la structure du tableau groupé sont données par l'ordination « fuzzy » (méthode Roberts, 1986, dans Wildi, et Orloci, 1996) et un calcul d'autocorrélation. La méthode de Roberts fournit une ordination à 2 dimensions : l'axe x est lié à la structure de ressemblance des relevés et l'axe y à sa relation avec un descripteur. La valeur donnée pour le descripteur décrit le degré d'appartenance des relevés aux valeurs extrêmes du descripteur. L'autocorrélation mesure les ressemblances ou « distances » floristiques entre les relevés et les compare aux différences entre les descripteurs. Un coefficient de corrélation (la « Mantel statistic », Wildi et Orloci, 1996) décrit cette relation.

Fig. 40 : Corrélation entre les descripteurs et la structure de la végétation par les analyses de Roberts et une autocorrélation

	Fuzzy « Roberts »	Autocorrélation
Altitude	0.775	-0.298
Age	0.313	-0.308
Pente	0.199	-0.045
C	0.164	-0.014 (n. s.)
N	0.207	-0.040 (n. s.)
P	0.145	n. s.
K	0.046	n. s.
SBE	0.445	-0.087
Al	0.464	-0.239

Sans revenir sur les facteurs altitude et âge, l'autocorrélation, peu sensible aux valeurs extrêmes, nous confirme à nouveau la relation entre la teneur en aluminium des sols et le type de végétation. L'ordination de Roberts confirme la corrélation d'Al et des bases échangeables, mais démontre de plus que la composition floristique des relevés est liée à des valeurs extrêmes d'azote et de carbone.

Pour tenter de cerner encore mieux la relation des descripteurs avec la végétation, il est possible de savoir quels espèces ou groupes d'espèces sont liés à un descripteur donné. Les analyses de Jancey peuvent être

appliquées pour déterminer le « pouvoir discriminant » des espèces, c'est-à-dire leur caractère indicateur, par rapport à une structure en groupe de relevés.

Les corrélations suivantes ont été calculées par rapport à des groupements fictifs de relevés formés en fonction de leur **altitude**, qui est le descripteur le plus fortement corrélé avec la structure des relevés. *Psiadia* est l'espèce la plus fortement corrélée avec cette structure « altitudinale » ($F=32.88$), suivie dans l'ordre de *Harungana*, *Helichrysum cordifolium*, *Aframomum angustifolium*, *Paspalum nutans*, *Agelaea pentagyna*, *Maesa lanceolata*, *Albizia chinensis* et *Croton mongue* (9^e, $F=11.41$). On y retrouve les espèces fréquentes des zones forestières et l'*Albizia chinensis* qui est typique de la zone de Salampinga, en basse altitude. Sur la base des mêmes groupements fictifs pour les relevés et des groupements d'espèces, une analyse de concentration peut encore être menée sur la table de contingence qui en résulte. Les groupes d'espèces 4 à 6, 8 à 10 (forestiers, *Machaerina flexuosa*, *Agelaea pentagyna*) et plusieurs autres typiques des zones péri-forestières sont positivement corrélés avec l'altitude, au contraire des plantes caractéristiques de Salampinga comme les GE 24 (*Solanum torvum*, *Passiflora foetida*) et 44 (*Hyparrhenia rufa*).

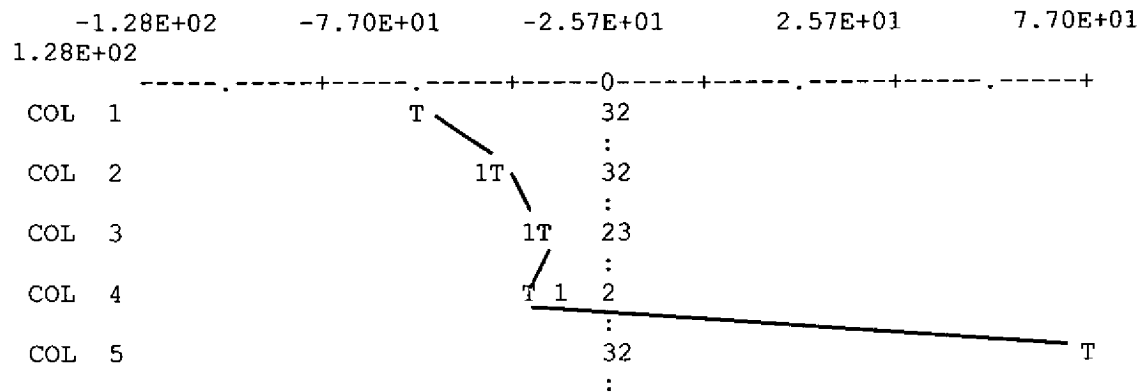
Les mêmes analyses effectuées en fonction de l'âge des jachères font ressortir *Solanum americanum* en première position, suivie d'espèces forestières (jachères âgées), de *Lactuca indica* (16, $F=4.86$) comme plante des jeunes jachères, ainsi que : *Helichrysum cordifolium* en 33^e position, *Trema orientalis* 40^e, *Emilia citrina* et *Ageratum conyzoides* (44-45^e). Ces résultats corroborent en fait la description des groupements discutés dans le tableau général.

Avec ce type d'analyse, il est dès lors plus intéressant de discuter des relations entre les plantes et les variables du sol. Pour l'**aluminium**, avec des valeurs de F plus élevées, ce sont tout d'abord les espèces forestières qui sortent du lot (*Weinmannia humblotii* $F=26.8$, *Brachylaena merana*, *Campylospermum lanceolatum*, *Eugenia onivensis* et *Ocotea laevis* pour ne citer que les plus connues), alors que la première rudérale est... *Lantana camara* au 17^e rang ($F=9.1$), directement suivie par *Scleria madagascariensis*. *Sticherus flagellaris* (24), *Pteridium aquilinum* (28), *Rubus mollucanus* (31) viennent ensuite parmi d'autres espèces forestières. Un dernier groupe est composé de *Imperata cylindrica*, *Paspalum nutans*, *Harungana madagascariensis* et *Solanum torvum* (34 à 37, F entre 3.6 et 4.0). Au contraire des espèces forestières et des espèces des sites dégradés, les présences de *Lantana camara*, *Rubus mollucanus* et *Solanum torvum* sont inversement corrélées aux valeurs d'aluminium.

La même analyse a été menée pour la somme des **bases échangeables**. Les espèces connues qui semblent être indicatrices sont *Passiflora foetida* et *Solanum torvum* (3 et 4^e rang), *Emilia citrina* et *Youngia japonica* (10 et 11), *Pteridium aquilinum* (15) et *Lantana camara* (17). Le caractère indicateur de *Solanum torvum* est confirmé et mérite d'être souligné. L'analyse de concentration menée en fonction de groupements permet d'illustrer des « profils de réaction » des groupements par rapport aux descripteurs. L'exemple du groupe de *Solanum torvum* et *Passiflora foetida* est donné en figure 41 et il démontre une corrélation positive entre la présence du groupe et les bases échangeables. Les 5 lignes représentent les catégories fictives réalisées en fonction des quantités de bases échangeables des sols et l'axe des x décrit la déviation des valeurs du groupement d'espèces par rapport à des valeurs qui seraient complètement aléatoires (en d'autres termes, si le groupement formé n'était pas lié au facteur, la ligne formée par les « T » se confondrait avec l'axe y). Les groupes d'espèces no 6 (avec *Psiadia altissima*), 7 (avec *Sticherus flagellaris*), 9 (*Imperata cylindrica* et *Psidium guajava*), 22 (*Pellaea viridis*) sont par contre négativement corrélés avec la SBE.

Fig. 41 : Profil de réaction du groupe d'espèces comprenant *Solanum torvum*

24. ROW



Pour vérifier l'influence de la matière organique sur la végétation, nous avons encore répété l'opération. A nouveau, les espèces forestières exercent une forte influence. Parmi les plantes communes, *Passiflora foetida* ressort encore du lot (25^e rang, F=3.7), suivie d'*Agelaea pentagyna*, *Tristemma virusanum* (34-35), *Psiadia* (40^e rang, F=2.4) et *Hyparrhenia rufa* (41). Les espèces communes qui semblent être liées à l'azote du sol sont *Scleria abortiva* (2^e rang, F=4.58), *Bidens pilosa* (6), *Macaranga cuspidata*, *Vernonia cinerea* (9 et 10) et *Albizia gummifera* (13, F=2.46). Les groupes d'espèces 6 (*Psiadia*), 8 (*Desmodium ramossimosum*, *Trichopteryx dregeana*), 34 (*Vernonia cinerea*, *Combretum coccineum*) et 44 (*Hyparrhenia rufa*) sont négativement corrélés avec les teneurs en azote, alors que les 12 (*Dioscorea bulbifera*, *Ludwigia octovalvis*), 13 (*Panicum maximum*, *Urena lobata*), 18 (*Croton mongue*, *Tambourissa trichophylla*), 28 (*Ethulia conyzoides*, *Clerodendron arenarum*), 32 (*Flagellaria indica*) et 47 (*Selaginella fissidentoides*) le sont positivement. Les plantes ou groupes de plantes qui présentent une relation avec l'azote peuvent caractériser les formations nitrophiles des endroits rudéraux comme par exemple *Bidens pilosa*.

En résumé, on peut dire que les structures floristiques qui ont été identifiées sont largement influencées par les lieux de récolte (caractérisés par l'altitude des relevés) qui ont été justement déterminés en fonction de la dégradation générale de leur environnement. L'âge est le second facteur le mieux corrélé avec la structure floristique, lié à l'altitude pour les valeurs élevées puisqu'on ne rencontre de vieilles jachères que dans la zone de Vohidrazana. Certaines plantes (*Lactuca indica*, *Helichrysum cordifolium*, *Emilia citrina* et *Ageratum conyzoides*) sont typiques des jeunes jachères. L'autre jeu de variables environnementales qui est corrélé avec les associations végétales est pédologique : l'aluminium et les bases échangeables différencient les sites forestiers et dégradés des jachères intermédiaires, qui semblent donc cultivées grâce aux meilleures teneurs en bases échangeables de leurs sols. L'azote et le phosphore du sol présentent également des tendances de corrélation avec la végétation, mais ces corrélations ne semblent pas liées au processus général de dégradation et méritent d'être approfondies.

4.3.4 Essai de compréhension des relations entre la structure floristique de la végétation et les sous-systèmes sol, végétation (minéralomasse) et litière.

Relations entre la structure floristique, le sol et la minéralomasse

Pour 96 relevés (84,2% de zéros, 192 espèces), nous disposons de relevés de minéralomasse, c'est-à-dire de mesures des composantes minérales de la végétation. Avec ce nouveau jeu de données, une analyse identique aux précédentes a été menée, tout d'abord pour s'assurer de la correspondance des catégories phytosociologiques de ce sous-échantillon avec les analyses précédentes et ensuite pour constater la nature de la relation qui lie le type de végétation à la concentration des éléments que ceux-ci absorbent. Le classement du tableau phytosociologique (annexe 12) a à nouveau suivi la même démarche (10 groupes de relevés formés) et on y retrouve de gauche à droite les jeunes jachères à *Lantana* et *Solanum torvum* (GR 9), 2 groupes de jachères denses à *Lantana* et *Rubus* (GR 6 et 8), un groupe de jachère rudérale herbacée (GR 10), une jachère rudérale à *Psiadia* et *Imperata* (5), un troisième groupe de

jachères denses à *Lantana* et *Rubus* (GR 7), une jachère à *Psiadia* dominante (2), deux jachères à *Psiadia* et arbustes (1 et 4), et une jachère à pionniers (3).

Fig. 42 : Valeur r de corrélation entre les descripteurs et les axes principaux d'une analyse en coordonnées principales (analyse de gradient FSPATH/PCOA selon Wildi et Orloci, 1996)

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Altitude	81.52	21.62	2.51	-1.70
Age	4.10	-8.22	11.04	6.53
Pente	-2.55	5.15	12.48	-4.78
C	6.73	-11.32	-27.78	34.56
N	-25.32	6.27	26.83	-10.28
P	-4.57	26.40	6.93	16.10
K	4.26	-4.78	-7.23	-10.09
SBE	11.01	8.66	-9.77	-11.32
Al	11.02	-9.44	-5.41	-1.83
Phytomasse	-10.09	6.27	18.39	-9.62
N %	8.70	3.98	-3.89	-5.13
P (ppm)	-14.49	12.59	-10.57	-4.64
K (ppm)	8.93	-8.91	-4.80	-6.96
Ca (ppm)	-3.68	-1.50	8.95	3.92
Mg (ppm)	-1.19	-5.62	-3.59	-3.03

Comme ces relevés ne comportent pas de sites typiquement forestiers ou post-forestiers âgés, la corrélation entre l'âge et la composition floristique diminue fortement, alors que la relation de la structure avec l'altitude reste la plus forte. Sur l'axe 1 de cette ordination (figure 42), l'azote du sol est corrélé avec la structure floristique, et cela mieux que les bases et Al, contrairement aux analyses précédentes. On peut considérer que les bases et l'azote du sol sont généralement corrélés avec les types de végétation relevés. Sur ce même axe, parmi les nouvelles variables, la phytomasse est également liée à la composition de la végétation, mais moins clairement. Le phosphore contenu dans la phytomasse présente aussi une meilleure corrélation avec la composition floristique.

Les autres axes démontrent de nouvelles corrélations intéressantes pour ces jachères inscrites dans le cycle cultural actuel. On voit en effet que sur l'axe 2, c'est la matière organique (corrélée au carbone) et le phosphore, du sol et de la végétation, qui apparaissent ensemble corrélés. On peut grossièrement penser que le premier axe est plutôt lié aux changements floristiques dus à la dégradation (effets des répétitions de feu et diminution notamment du nombre d'espèces), alors que les structures floristiques qui sont expliquées par les axes suivants dépendent plutôt des conditions de fertilité du site. Alors que la matière organique apparaît corrélée avec les variables pédologiques comme N et P en particulier, on aperçoit également l'influence de l'âge et de la pente sur la production de biomasse en axe 3. Autre point à soulever, la corrélation entre le contenu en phosphore de la végétation et sa composition. Il est par exemple maintenant connu que certaines espèces, comme *Tithonia*, sont utilisées pour leur capacité élevée de fixation de phosphore (Rao et al., 1998).

Fig. 43 : Résultats de l'ordination méthode Roberts et d'une analyse d'autocorrélation

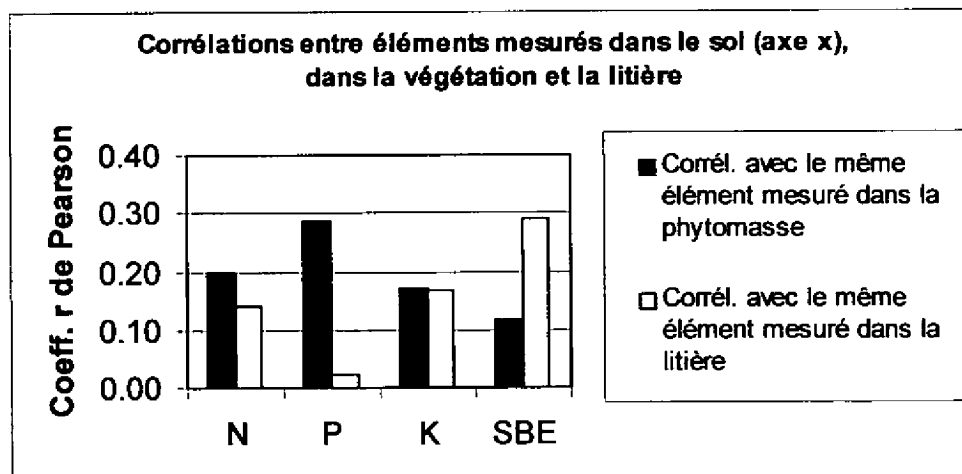
	Ordination « Fuzzy Roberts »	Autocorrélation
Altitude	0.82	-0.14
Age	0.70	-0.13
Pente	0.34	-0.06
C	0.17	-0.05 (n. s.)
N	0.35	-0.10
P	0.11	-0.00 (n. s.)
K	0.09	-0.02 (n. s.)
SBE	0.38	-0.09
Al	0.36	-0.12
Phytomasse	0.34	-0.25
N	0.15	-0.08
P	0.23	-0.01 (n. s.)
K	0.50	-0.14
Ca	0.44	-0.15
Mg	0.21	0.14

D'après les résultats des analyses qui tiennent compte des groupements de relevés formés en fonction des descripteurs (figure 43), on se rend compte que les résultats des diverses analyses divergent encore pour certains éléments mais que la corrélation de l'azote du sol avec la végétation de cet ensemble restreint de données est confirmée. Ce sont dans ce cas la biomasse et les bases stockées (surtout K et Ca) dans la végétation qui semblent également être corrélées avec les espèces des relevés, même avec l'analyse d'autocorrélation pourtant moins sensible aux valeurs marginales. Alors que la relation entre végétation et production de biomasse semble triviale, nous nous garderons de tirer des conclusions trop hâtives pour les éléments stockés dans la végétation.

Relations entre les concentrations d'éléments dans le sol, la végétation et la litière

Avant d'aller plus loin, il serait important de comprendre les relations qui existent entre les concentrations en nutriments des divers sous-systèmes (sol, végétation, litière). Le logiciel Canoco permet de calculer les corrélations entre variables environnementales, notamment à travers une corrélation de Pearson (ter Braak, 1987). Nous en avons tiré un graphe qui permet de comparer les coefficients de corrélations des valeurs de N, P, K et SBE du sol et les concentrations de ces mêmes éléments dans la végétation et la litière (Fig. 44).

Fig. 44: Corrélations des éléments chimiques mesurés dans le sol, la végétation et la litière



Avec ce type d'observation, on entre évidemment dans l'étude du cycle des nutriments que nous allons reprendre au chapitre 4.3.6 en nous concentrant sur l'effet de la culture sur brûlis sur celui-ci. Nous noterons ici que les corrélations ne sont pas extrêmement marquées probablement aussi en raison de l'imprécision des analyses chimiques. Néanmoins, si on se souvient des faibles relations observées entre les variables pédologiques et la structure de la végétation (de la matrice relevés-espèces), N, P et K démontrent cette fois une relation un peu plus claire entre leur contenu dans le sol et dans la végétation. Par contre, il est probable que les analyses du contenu de phosphore de la litière n'ont pas permis de distinguer les mêmes fractions que dans la végétation, ou alors que le phosphore et dans une moindre mesure l'azote présentent des *turnovers* rapides une fois que la végétation est morte, au contraire des bases échangeables.

On pourrait en déduire qu'il existe une dynamique générale qu'on peut distinguer sur la base de la composition floristique. Elle est liée à la dégradation et corrélée à l'augmentation (après les premiers brûlis) puis à la diminution des bases du sol. Lorsqu'on se préoccupe moins de la structure floristique et plus du cycle de nutriments comme N, P et K, les corrélations apparaissent sans que les espèces y jouent un rôle prépondérant. Les espèces serviraient ainsi de « supports » au cycle des nutriments sans qu'elles n'influencent beaucoup le potentiel de stockage de nutriments du site (à l'exception peut-être du phosphore, voire de K et Ca). On remarque par contre une relation entre la production de biomasse et certaines teneurs en nutriments.

Corrélations entre les espèces, les variables environnementales et les productions de biomasse et de litière

Il est certain que la production de biomasse est importante dans la culture sur brûlis par l'apport de cendres et d'éléments minéralisés qu'elle restitue. Nous allons essayer de préciser les relations entre la biomasse (la production végétale quantitative), certains éléments de minéralomasse et les espèces ou groupes d'espèces.

Selon l'analyse discriminante de Jancey, laquelle est réalisée sur la base d'une catégorisation automatique des relevés en fonction des valeurs de phytomasse et met surtout en évidence les jachères forestières « exceptionnelles », les variations sont logiquement corrélées avec la présence d'essences forestières : on y retrouve par exemple *Eugenia emirnensis* en 6^e position (F=7.36) ; *Rubus moluccanus*, première représentante des espèces communes, au 12^e rang (F=5.57) ; *Croton* au 17^e rang ; *Aframomum* au 22^e (F=4.44), alors que *Lactuca* (45), espèces des jeunes jachères, *Lantana* (47), et surtout *Psiadia* (113), *Harungana* (141), *Imperata* (170) et *Pteridium* (173) sont loin derrière. Les espèces forestières des sites de premières cultures influencent assez logiquement la quantité de biomasse. Par contre, les espèces à grande amplitude écologique (*Psiadia*, *Harungana*) ou qui peuvent être présentes dès les jeunes jachères (*Imperata*, *Pteridium*) et s'y maintenir n'apportent aucune indication sur la quantité de biomasse.

Au niveau des groupes d'espèces (analyse de concentration sur la base du même classement de relevés), certains profils indiquent également une relation : le groupe d'espèces 1 (*Paspalum paniculatum*, *Neyraudia arundinacea* et les graminées des jachères enherbées) démontre une corrélation négative avec la biomasse, comme d'ailleurs même le GE 4 (groupe à *Lantana* !) et de nombreux autres qui indiquent simplement la secondarisation des sites. Les GE 13 (*Cryptocarya thouvenotii*), 14 (*Maesa lanceolata*), 42 (*Cyathea boivinii*, *Dichaetanthera oblongifolia*), 43 (*Croton mongue*) et 75 (*Psidium cattleianum*) indiquent par contre la bonne capacité de production des jachères de pionniers ou arbustives de premiers cycles de *tavy*. *Rubus* et *Aframomum* s'affirment comme des plantes rudérales qui couvrent rapidement les sites grâce à leurs potentiels de marcottage et de formations de drageons, mais elles n'y permettent pas une production de biomasse comparable aux sites péri-forestiers (plus de 20t/ha).

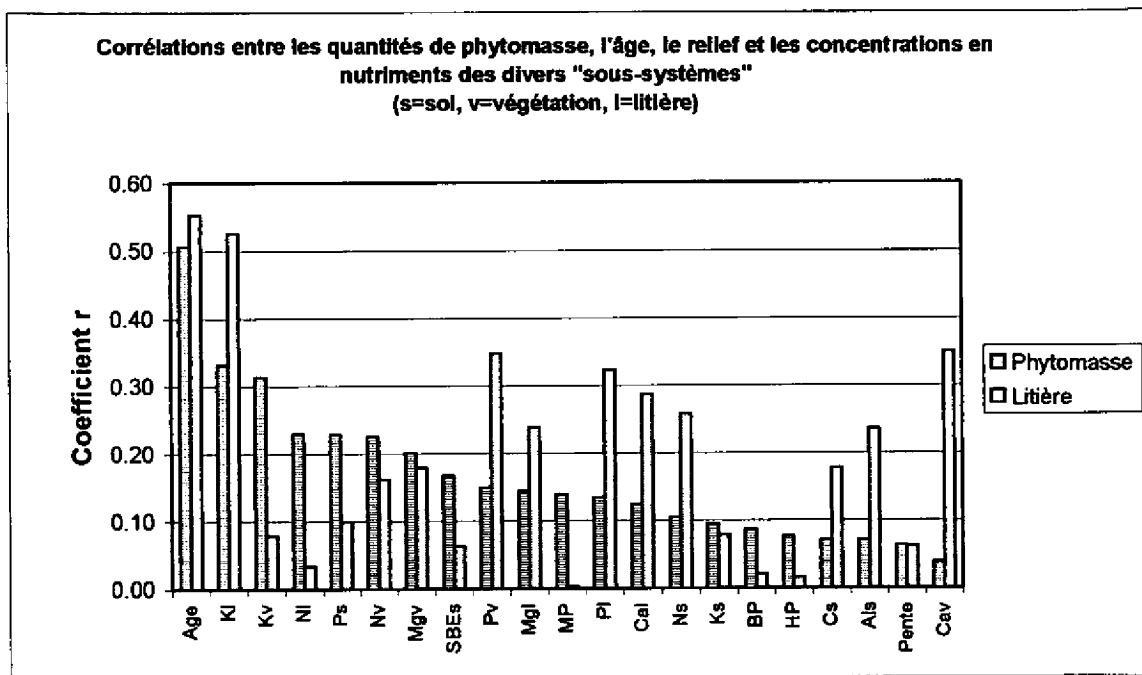
Sur la base de catégories établies en fonction de l'azote de la minéralomasse, *Scleria abortiva* apparaît en 2^e position (F=4.41), *Tristemma virusanum* en 12^e position, *Albizia gummifera* en 14^e et *Harungana madagascariensis* au 19^e rang (F=2.15). Il est remarquable de comparer pour la légumineuse *Albizia gummifera* et *Scleria abortiva* les résultats correspondants à ce même type d'analyse réalisé en fonction de l'azote du sol : *Scleria abortiva* était aussi en 2^e position (F=4.58) et *Albizia* au 13^e rang (F=2.46). On peut se demander à propos d'*Albizia gummifera* si l'espèce est dépendante du sol ou si c'est le contraire, puisqu'elle permet d'accumuler de l'azote, mais *Scleria abortiva* s'affirme véritablement comme une excellente indicatrice d'azote dans le sol et de son assimilation consécutive par la végétation ! Si on observe les profils des groupes d'espèces, les GE 5 (*Nephrolepis biserrata*), 10 (*Urena lobata*) et les

autres espèces rudérales « gênantes » comme *Sida rhombifolia* et *Diodia sarmentosa*) et 48 (*Dracaena reflexa*) indiquent par contre une corrélation négative avec l'azote.

Les variations des concentrations en phosphore de la minéralomasse sont proches de celles des présences de *Setaria megaphylla* (1^{ère} position, F=7.28), *Aphloia theiformis* (2^e), de *Ravenala* et *Paspalum conjugatum* (19 et 20), dans une moindre mesure de *Maesa*, *Harungana* et *Lactuca* (23 ; 24 ; 26, F=2.13). Une corrélation nettement supplémentaire du caractère particulier de ce groupe d'espèces et des sites qui les supportent. Les GE 15 (*Aphloia theiformis*, *Agelaea pentagyna*), 61 (*Dichapetalum madagascariense* et *Symphonia tanalensis*) et 66 (*Gouania mauritiana*) se retrouvent plutôt de l'autre côté du tableau phytosociologique et sont négativement corrélés avec la concentration en phosphore de la végétation.

Approchées sans tenir compte des espèces végétales, avec le logiciel Canoco, les relations entre productions de biomasse et de litière sont illustrées dans la figure 45 ci-dessous. Les descripteurs (axe x) y sont placés dans un ordre de corrélation décroissant entre les éléments et la quantité de biomasse.

Fig. 45 : Énumération ordonnée des descripteurs les mieux corrélés avec la production de biomasse (et indications des valeurs du coefficient r avec la quantité de litière).



L'âge de la jachère apparaît logiquement comme le descripteur le mieux corrélé avec la production de biomasse et de litière. Il est plus étonnant de trouver ensuite les teneurs de potassium de la litière (Kl) et de la végétation (Kv), également liées à la production de biomasse (il faut rappeler que les analyses de potassium dans le sol étaient moins précises que pour les végétaux). L'azote de la litière et de la végétation, ainsi que le phosphore du sol (Ps) semblent confirmer que les éléments NPK sont déterminants pour la production de biomasse. La quantité de litière est elle plutôt corrélée avec sa propre teneur en K, P et Ca et pour les deux derniers éléments également à leurs concentrations dans la végétation.

4.3.5 Comparaison des résultats par une analyse canonique des correspondances « sol-végétation »

L'analyse canonique des correspondances, réalisée avec le logiciel Canoco, correspond à une analyse de gradient dite « directe » au même titre que l'ordination « fuzzy » de Roberts (Wildi et Orloci, 1996). L'analyse factorielle des correspondances menées avec Canoco pour les 161 relevés comportant des données pédologiques, avec les espèces apparaissant plus de deux fois dans l'ensemble des relevés, donne des valeurs propres comparables à l'analyse de Mulva. L'analyse nous donne des valeurs propres de 0.45, 0.33 et 0.29 pour les 3 premiers axes contre 0.43, 0.29, 0.25 pour ceux de l'analyse de Mulva. Oksanen et

Minchin (1997) citent une influence de l'ordre des données de la matrice de départ sur la stabilité des analyses de Canoco, ce qui peut représenter une des causes de l'écart entre ces deux résultats. De plus, cette différence minime peut être due à la pondération des indices de recouvrement, qui a peu d'influence sur les tendances qui pourront ressortir des ordinations sous contraintes. En effet, plus que les indices de recouvrement, c'est bien la présence ou non des espèces qui influencent en priorité les correspondances entre végétation et descripteurs environnementaux.

L'inertie totale de la matrice déterminée par l'analyse des correspondances de Canoco s'élève à 7.394. Ce chiffre démontre une structure qui est fortement marquée par le nombre d'espèces rares et par la distinction dichotomique entre les relevés forestiers et les relevés dégradés (les caractéristiques de quelques échantillons sont très différentes de l'ensemble). Par contre, les valeurs propres démontrent un gradient marqué (Borcard, non publié). Pour comprendre l'origine de ce gradient, l'analyse canonique des correspondances permet de « contraindre » les axes de l'ordination à être exprimés par une combinaison linéaire des variables explicatives utilisées. Ils deviennent des axes *canoniques* dont les valeurs propres sont liées aux corrélations entre les variations des variables explicatives et celle de la matrice totale.

La démarche d'analyse indique lorsqu'une variable a une très forte corrélation avec d'autres et n'apporte donc pas une contribution unique à l'équation de régression multiple (Ter Braak, 1987). Un VIF (Variance Inflation Factor) est utilisé pour déterminer les corrélations entre certaines données, il ne devrait pas dépasser approximativement 20 (Ter Braak (1987), discuté dans Borcard et Buttler, 1997). Aucune des variables n'excède cette valeur mais les terroirs et l'altitude ont évidemment des valeurs plus élevées que les autres.

Dans un premier temps, pour une analyse globale, nous avons formé des axes canoniques qui tenaient compte de toutes les variables explicatives. Les valeurs propres de l'ensemble des axes de l'analyse canonique donnent une faible (mais relativement habituelle) proportion « d'explication » de la variance totale (16%, somme des valeurs propres des axes canoniques divisée par l'inertie totale). En cas de faible pourcentage, Borcard (non publié) propose une marche à suivre qui démontre dans notre cas que les variables explicatives sont plutôt bonnes et que le faible pourcentage de la variance est dû « à un grand nombre d'espèces rares et/ou à la présence d'un grand nombre d'axes mineurs générés par de petits groupes d'échantillons qui se distinguent les uns des autres par la présence d'une ou deux espèces caractéristiques ».

Pour rendre l'analyse significative, Canoco permet de réaliser des tests par permutations aléatoires de Mantel pour tester la pertinence ou « le pouvoir explicatif » de chaque variable. Dans notre cas et dans l'ordre : l'âge, l'altitude, Al, Fierenana*¹³, la mi-pente*, Vohidrazana* (et automatiquement Salampinga, 3^e variable nominale*), C, SBE et la pente sont les variables significatives au seuil de 95% (la pente aurait été exclue au seuil de 99%). N, P, K et les catégories bas et haut de pente ne présentent donc pas de pouvoir explicatif par rapport à la structure de la matrice relevés-espèces. La somme des valeurs propres canoniques (0.962) n'est que légèrement plus faible pour le modèle que pour l'ensemble des variables (1.149) et « l'explication de la variance » est donc comparable.

Le modèle et l'équation de régression multiple expliquant chacun les axes canoniques en fonction des variables explicatives sont indiqués dans la figure 46 qui représente en fait la superposition de deux ordinations par rapport aux mêmes axes canoniques, au même modèle : on peut y comparer la distribution des espèces et celle des variables environnementales en fonction de leurs corrélations réciproques. Un test par permutation a été réalisé pour déterminer si la relation entre les données « espèces » et les valeurs des variables environnementales était aléatoire : les « p-values » indiquées dans l'ordination démontrent qu'elles sont corrélées pour les deux premiers axes canoniques. Les F-ratio définissent un rapport entre la variance expliquée et celle des résidus ; c'est cette valeur qui est comparée dans le processus de permutation proposé par Canoco.

On remarque dans cette ordination que l'âge est fortement corrélé avec la végétation, ce qui correspond à la réalité mais démontre aussi une influence un peu perverse de la structure des données : l'âge des vieilles jachères, celui estimé à 200 ans pour les forêts relictuelles, et la particularité de la végétation des

¹³ L'astérisque signifie que la variable est nominale ; lorsque deux variables de ce type sont déterminées comme étant significatives, la troisième l'est automatiquement (comme dans le cas des terroirs).

relevés arborés par rapport aux relevés des jachères subordonnées au cycle du *tavy*, « compressent » les autres données (plus nombreuses) à gauche de l'ordination, comme dans un groupe homogène.

Les relevés qu'on y rencontre font partie des Groupes de Relevés (GR) 8 et 9 qui ressortaient du tableau phytosociologique réalisé avec Mulva : ce sont les sites forestiers, non-exploités ou délaissés, représentés par des espèces comme *Ocotea laevis* (Ocolae), *Protorhus ditimena* (Prodi), *Weinmannia humblotii* (Whu) et *Brachylaena merana* (Brame).

La relation entre les variables altitude, Vohidrazana et pente proviennent des conditions naturelles de la zone d'étude : le terroir de Vohidrazana possède un relief plus pentu et plus élevé que les autres. Il est plus intéressant d'observer la relation de l'aluminium et du carbone avec ces sites forestiers, ainsi qu'avec les espèces et relevés de la droite du graphique : les relevés 139 (GR 14) et 31 (GR 9) ont encore des composantes forestières (*Eugenia emirnensis*, Euem ; *Weinmannia rutembergii*, Wru) ou éventuellement indicatrices (Selly, *Selaginella lyalli*) qui se retrouvent plutôt dans les jachères des sites fragiles, des crêtes et versants pentus sur lesquels l'aluminium représente un facteur pédologique déterminant.

Si on observe le bas de l'ordination, on arrive dans les relevés des jachères à *Psiadia*, dominantes (relevé 185) et à arbustes (GR 13, relevés 179, 32, 65). Ils ne se rencontrent pratiquement qu'à Vohidrazana, en haute altitude (sur les crêtes principales). On y voit aussi des relevés de jachères à pionniers forestiers, typiques de Vohidrazana, mais dont certains semblent moins corrélés avec la pente et l'aluminium (relevés 29 et 58), et proches d'une espèce qui leur est typique : *Croton Mongue* (Crmo). Logiquement, *Psiadia* et *Harungana* se retrouvent du côté de ces relevés mais leur amplitude écologique les rendent moins dépendants des zones forestières ou péri-forestières, comme dans le cas de *Trema orientalis* qui se situe presque à l'origine du graphique.

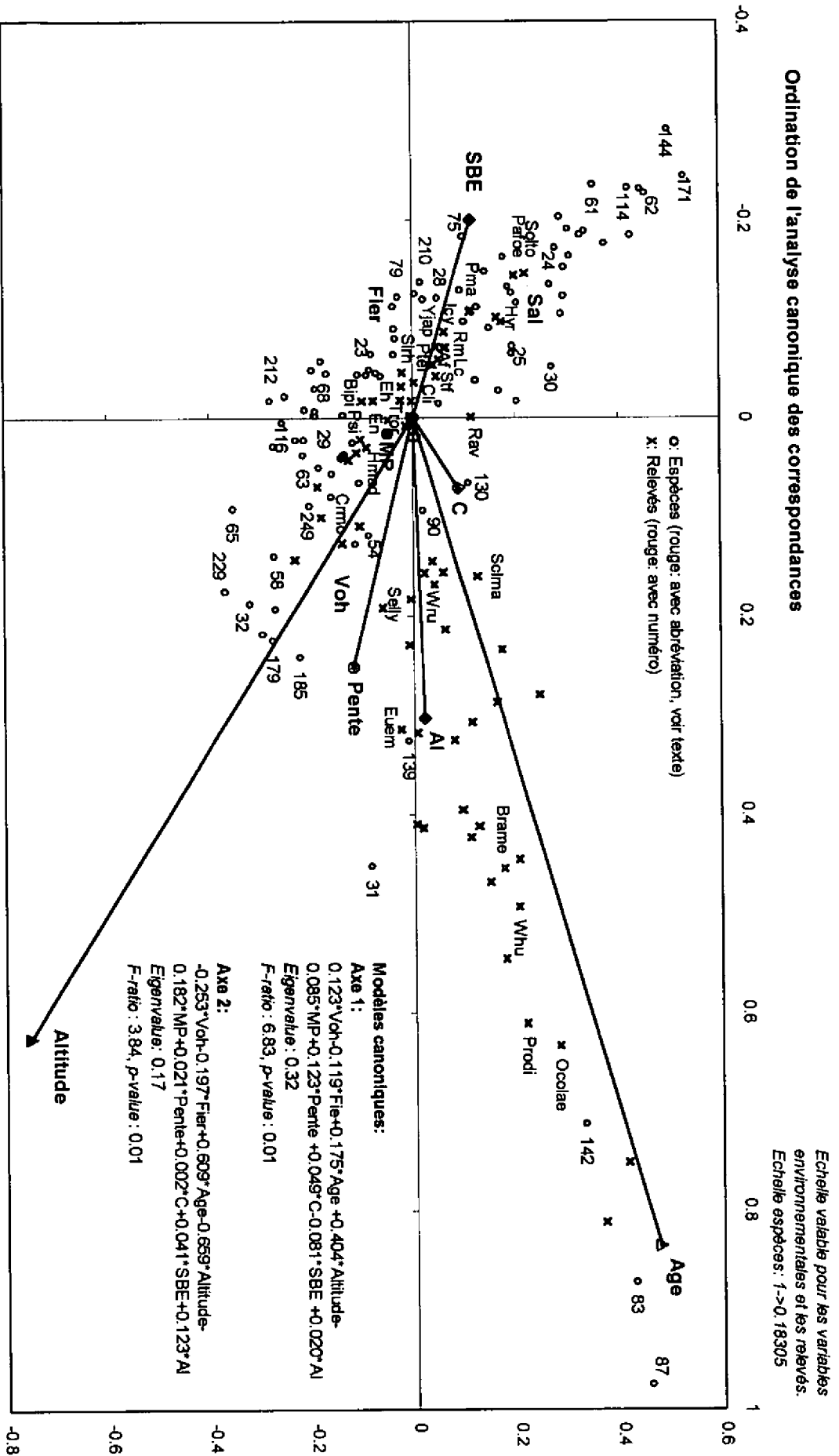
Au bas de l'ordonnée, le relevé 63 (GR 20) comprend une jachère rudérale à *Psiadia* alors que les relevés 116 et 212 (GR 10) sont les jeunes jachères à *Psiadia* et arbustes, qui se trouvent négativement corrélés avec l'âge. Le relevé 68 (GR 13) est encore une jachère à *Psiadia* et arbustes mais il comprend probablement des espèces jeunes ou rudérales. En effet, on remarque que des espèces comme *Erigeron naudinii* (En, surtout à Vohidrazana), *Emilia humifusa* (Eh) et *Bidens pilosa* (plutôt sur la gauche) confirment la correspondance des espèces et relevés du 2^e quadrant avec l'âge et le début des jachères rudérales (Surtout *Bidens pilosa*, Bipi). Le relevé 23 (GR 19) est une jachère rudérale à *Psiadia* et *Imperata*. Dans certains sites de Vohidrazana, *Imperata* apparaît en jeunesse sans persister, mais c'est un signe qu'avec la répétition des cultures, elle pourra y perdurer.

En remontant contre le 4^e quadrant, on rencontre deux espèces à caractère rudéral affirmé : *Pteridium aquilinum* (Pter) et *Sida rhombifolia* (Sirh, considérée comme « mauvaise herbe »). *Clidemia hirta* (Cli) se retrouve dans les parages, au centre de l'ordination (elle colonise tous les sites, sauf sous un couvert très dense). On retrouve *Sticherus flagellaris* en dessus de *Pteridium* ce qui se comprend puisqu'on se dirige vers une zone à corrélation positive avec la somme des bases échangeables (SBE). Par contre, la bonne corrélation entre *Imperata cylindrica* (Icy) avec les bases est plus difficile à saisir. Un autre effet est venu se greffer sur le gradient de dégradation, effet probablement lié à la localisation des sites (Salampinga).

On trouve dans la même zone un groupe d'espèces compact et formé de *Lantana camara* (Lc), *Rubus mollucanus* (Rm) *Aframomum angustifolium* (Af) et *Youngia japonica* (Yjap). Ces trois premières espèces sont les plus courantes des jachères cultivées et elles sont plus corrélées avec les bases que les espèces situées à leur droite.

Le relevé 79 (GR 20) est encore une jachère à *Psiadia* mais plus fortement « rudéralisée » que le relevé 63. Les relevés 79, 210, 28 et 75 sont caractéristiques des jachères rudérales enherbées, si bien qu'on a tendance à dire que la partie négative de l'abscisse regroupe des jachères jeunes et enherbées mais qui ont gagné en bases échangeables à mesure des mises en culture (transfert des stocks en nutriments de la végétation au sol).

Fig. 46 : Ordination de l'analyse canonique des correspondances



En remontant dans le 4^e quadrant, et en remarquant *Panicum maximum* (Pma) et *Hyparrhenia rufa* (Hyr), on croit arriver à la fin des stades de dégradation de la zone (savanisation) mais deux espèces particulières, *Passiflora foetida* (Pafœ) et *Solanum torvum* (Solto), c'est-à-dire les espèces les mieux corrélées avec les bases échangeables, nous rappellent les jeunes jachères de bas-fonds rencontrées à Salampinga.

Les relevés 24 et 61 caractérisent des jachères denses à *Lantana* et *Rubus*, le 114 une forme de jeunesse à *Solanum* (GR 1). Les relevés 62 et 144 forment le GR 4 ; ils sont particuliers et se distinguent des autres surtout par leur pauvreté en espèces. Le relevé 171 (GR 16), à l'extrémité de l'ordination, provient des sites très peu fertiles et il rend délicate l'interprétation de sa relation avec les bases échangeables ; mais il faut être conscient que cette partie de l'ordination est si condensée qu'il faut l'interpréter finement : d'une part, on se trouve dans les relevés de faible diversité floristique (effet de la répétition des feux et de l'âge) mais surtout peu nombreux par rapport aux autres, d'autre part en observant à nouveau les espèces, on remarque que *Sticherus*, *Hyparrhenia* et *Ravinala* (Rav) sont plus éloignées de l'axe SBE que les autres espèces.

Le relevé 25 (GR 7) représente encore une jachère dense à *Lantana* et *Rubus* (du même type mais plus âgée que le relevé 114) et le relevé 30 une jachère rudérale enherbée (GR 3) plus âgée aussi que le GR 1 des relevés 75, 28, etc.

Les relevés 130 et 90 représentent des jachères denses à *Lantana* et *Rubus* de la zone de Vohidrazana, âgées de 10 et 13 ans, qui semblent particuliers dans l'ensemble mais qui pourraient illustrer les sites post-forestiers sur lesquels ces plantes agressives ont pu s'installer et dominer sans que le nombre des cultures n'aient trop influencé les plantes accompagnatrices et les conditions pédologiques (ces sites sont plus riches en phosphore que la moyenne). *Scleria madagascariensis* ressort ici comme espèce liée aux sites de Vohidrazana, plutôt forestiers et riches en aluminium.

La position de la matière organique semble corrélée tant aux stations forestières qu'aux jachères plutôt âgées. Dans les sites étudiés, la matière organique était plus liée à l'aluminium des sites forestiers qu'aux bases échangeables de Salampinga, mais inversement corrélée avec les jeunes jachères rudérales et les véritables mauvaises herbes (*Bidens*, *Sida*). La position plutôt contraire de la matière organique avec l'altitude démontre que les phénomènes anthropiques sont plus importants que les mécanismes naturels connus : en effet, la teneur en humus augmente normalement avec l'altitude et l'intensité des précipitations (Pagel et al., 1982), ce qui devrait donc être le cas à Beforona. La variable « mi-pente », au centre de l'ordination, est très difficile à interpréter et nous ne pouvons qu'imaginer que la catégorie « haut de pente » aurait plus été liée aux relevés des *Psiadia* de Vohidrazana et celle de « bas de pente » plutôt vers les relevés à *Solanum torvum*.

4.3.6 Le bilan des nutriments pendant le cycle du tavy et à long terme

Une grande partie de ce chapitre se base sur Ravoavy (1996) et reprend une publication commune rédigée avec Jürg Brand (Brand et Pfund, 1998), tous deux du projet BEMA.

Introduction

Dans le chapitre 4.3.2, nous avons remarqué que la catégorisation de la composition floristique des jachères suivait principalement une logique de dégradation due à l'effet des feux et des cultures répétées. En essayant de corréliser la végétation observée avec les variables environnementales, la relation avec l'âge et l'altitude apparaissent prioritaires. Dans le cas de la zone d'étude, l'ancienneté des défrichements, et par conséquent les antécédents de cultures et de passages du feu, sont corrélés avec l'altitude. Les bases échangeables et l'aluminium semblent, au niveau du sol, être liés au phénomène général de dégradation, avec une influence prépondérante de l'acidité naturelle des sols forestiers.

Cependant, dans le processus de culture sur brûlis, la biomasse qui va être minéralisée par le feu et son effet sur les conditions pédologiques du début de la culture seront également déterminants. Par les comparaisons effectuées en fin de chapitre 4.3.4, on a remarqué que la quantité de biomasse d'une jachère est liée plus fortement à la concentration des éléments qui la composent ou de ceux qui constituent la litière qu'à ceux du sol. On a également noté que les éléments les mieux corrélés à la production de biomasse, donc liés au cycle de croissance, l'étaient moins avec la composition floristique de la végétation, et donc probablement moins liés au processus général de dégradation.

Ces observations nous amènent *d'une part* à vouloir mieux appréhender les processus écologiques qui se déroulent à vouloir comprendre ces processus à travers l'analyse d'un système plus global qui comprend les nutriments du sol, ceux de la litière et ceux qui sont stockés dans la végétation. Nous savons en effet que le système naturel des forêts tropicales humides confère une importance fondamentale à la fixation des nutriments par la végétation pour freiner le risque de lessivage des nutriments des sols fortement et fréquemment arrosés et à faible capacité d'échange cationique.

Le cycle des nutriments pendant une mise en culture par brûlis

La durée de la jachère moyenne de la région de Beforona correspond à environ 5 ans d'après les résultats d'enquêtes et de l'analyse spatiale de relation entre les surfaces cultivées et la surface cultivable. La figure 47 présente les quantités moyennes mesurées pour la biomasse et la litière à 5 ans ainsi que les concentrations de nutriments correspondantes. La litière a été prélevée jusqu'à ce qu'aucun résidu végétal ne soit encore visible au sol, donc en ramassant tout ce qui avait encore gardé des caractéristiques végétales, et les plantes mortes ont également été assimilées à la litière même si elles ne touchaient pas directement le sol.

Une fois coupée et laissée au sol, la décomposition de la végétation libère déjà des nutriments durant la période de séchage qui s'étend environ de septembre à novembre à Beforona. Ewel et al. (1981) ont mesuré d'importantes libérations de K (33% du contenu initial) et dans une moindre mesure de P (13%) pendant cette période, de même qu'une augmentation conséquente de ces éléments dans les horizons superficiels du sol.

Le brûlis de la végétation de notre jachère moyenne de 5 ans (23.7 t/ha) et de la litière (8.4 t/ha) devrait produire une quantité de cendres estimée à 4.5% de sa biomasse (Ewel et al., 1981), valeur que nous avons utilisée parce que nos mesures ont été gênées par l'incertitude des dates de mises à feu et les difficultés liées à une collecte paysanne rapide des cendres. Les concentrations des éléments de ces 1.4 t/ha de cendres sont 5 à 20 fois plus élevées que celles de la phytomasse pour P et les bases K, Ca et Mg, alors que la concentration en azote est semblable et que celle du carbone est même inférieure. Andriessse et Schelhaas (1987) ont déterminé dans les cendres des concentrations identiques (pour K et Ca) ou légèrement inférieures (N et P) après le brûlis d'une jachère de 12-15 ans dans le Sarawak. De la jachère aux cendres, la forte diminution des quantités absolues de C et N est directement liée à leur volatilisation lors de la combustion.

Le riz croît rapidement sur les sites enrichis par la biomasse minéralisée mais il est concurrencé par des mauvaises herbes (0.5-1.0 t/ha après 90 jours). C'est la période du sarclage que les paysans de Beforona effectuent normalement deux fois, en laissant sur place les résidus. A la récolte, et en fonction notamment du temps investi pour le sarclage, on note d'importantes variations des quantités de pailles et d'épis de riz, mesurées sur 11 *tavy*. Les valeurs de Stoorvogel et Smaling (1990) données pour l'Afrique subsaharienne présentent des concentrations de N et K comparables pour les épis, un peu plus basses pour la paille, tandis que celles de P sont dix fois plus faibles tant dans la paille que dans les épis, ce qui pourrait révéler un problème de fertilité généralisé pour cet élément dans la région d'étude.

Outre les conditions du sol, on a vu dans les chapitres précédents que la succession secondaire dépend beaucoup de l'expansion d'espèces pionnières et des sources de diaspores offertes par la végétation environnante au site qui sera laissé en jachère. Pendant la succession, la phytomasse augmente en moyenne d'environ 5t/ha et par an, alors que les concentrations d'éléments diminuent. Les concentrations de N, P et K sont relativement élevées dans les jachères d'un an (d'où les corrélations observées à la fin du chap. 4.3.4). Selon les termes de Heller et al. (1993), c'est l'effet de dilution qui illustre le fait que la croissance en biomasse ne soit pas linéairement corrélée avec l'assimilation de nutriments. La production de litière augmente elle d'environ 1.2-1.6 t/ha et par an jusqu'à atteindre plus de 25% de la phytomasse après 5 ans. Les concentrations des éléments de la litière démontrent une très grande variabilité, spécialement pour les bases échangeables. Seules les concentrations de K semblent régulièrement augmenter. Ces grandes variations pourraient s'expliquer par les différences des types floristiques de successions (en particulier à travers la présence d'espèces annuelles), par les phénologies variables des espèces de jachères et par les processus complexes de décomposition, fortement liés à la pédofaune et aux champignons (ces derniers fortement dépendants de la qualité de la litière).

Les effets de la décomposition de la litière paraissent plus importants à creuser. La figure 47 montre que la matière organique diminue d'environ 20% dans les horizons supérieurs après le brûlis, ce qui correspond aux chiffres de 30% mesurés par Ewel et al. (1981) sur une moindre profondeur (8cm). Après le brûlis, elle diminue encore jusqu'à la 3^e année, ce qui peut être expliqué tout d'abord par une décomposition accrue de matière organique pendant la culture (Tulapithak et al., 1985), par l'export des épis et par des apports à travers la décomposition de la litière encore limités.

Après 5 ans de jachère, les horizons superficiels démontrent une plus forte concentration qui semble refléter une durée de production et de décomposition de la litière suffisante pour rétablir de meilleures conditions pédologiques. La défriche-brûlis a induit une diminution de N de 20% (23% pour Ewel et al. (1981) de 0 à 3 cm). Les concentrations diminuent très légèrement pendant la croissance de la jachère. La concentration en P a fortement augmenté pendant l'année qui a suivi la mise à feu, ce qui démontre l'importance de cet apport par la décomposition et le brûlis de la végétation. La concentration en P diminue ensuite avec la croissance des jachères. Les concentrations de K augmentent aussi considérablement après le brûlis, ce qui confirme pour ces éléments une forte mobilité et surtout un transfert rapide des cendres au sol supérieur, au contraire de Ca et Mg qui accusent de relativement faibles concentrations pendant la période de culture.

Les effets du brûlis de la végétation sur la quantité de nutriments des horizons supérieurs du sol peuvent être caractérisés par trois points : une diminution forte pour C et N, une augmentation temporaire de K et P mais importante pour la culture après le brûlis, alors que le sol supérieur ne démontre pas de réponse directe par rapport à Ca et Mg.

Fig. 47 : Concentration des nutriments dans la phytomasse, les cendres, le riz, la litière et le sol supérieur (0-20 cm) pendant un cycle de *tavy* (moyenne \pm écart-type)

Concentration de nutriments dans la phytomasse, les cendres, le riz et la litière

	Cendres (n= 11)	Paddy (n= 11)	Paille de riz (n= 11)	Jachère 1 an (n= 12)	Litière 1 an (n= 12)
Biomasse (t/ha)	1.4 \pm 1.0 ¹	1.1 \pm 0.6	3.1 \pm 2.0	8.8 \pm 4.2	2.8 \pm 1.0
C (g kg ⁻¹)	265 \pm 134	489 \pm 425	522 \pm 68	475 ²	475 ²
N (g kg ⁻¹)	6.8 \pm 3.1	11.6 \pm 2.2	5.4 \pm 2.5	8.3 \pm 4.4	7.0 \pm 2.2
P (g kg ⁻¹)	8.94 \pm 4.16	0.53 \pm 0.17	0.16 \pm 0.05	0.71 \pm 0.39	0.23 \pm 0.14
K (g kg ⁻¹)	54.3 \pm 56.9	3.7 \pm 2.5	28.2 \pm 7.1	18.9 \pm 5.7	3.7 \pm 1.3
Ca (g kg ⁻¹)	75.8 \pm 46.8	0.1 \pm 0.1	0.4 \pm 0.2	3.9 \pm 3.5	2.8 \pm 3.8
Mg (g kg ⁻¹)	25.0 \pm 12.7	0.3 \pm 0.1	0.9 \pm 0.8	3.9 \pm 3.1	3.0 \pm 3.8
	Jachère 3 ans (n=13)	Litière 3 ans (n= 13)	Jachère 5 ans (n= 15)	Litière 5 ans (n=9)	
Mass (t/ha)	14.2 \pm 5.5	5.2 \pm 3.7	23.7 \pm 16.6	8.4 \pm 5.7	
C (g kg ⁻¹)	475 ²	475 ²	475 ²	475 ²	
N (g kg ⁻¹)	5.8 \pm 3.6	5.6 \pm 2.4	6.1 \pm 2.0	6.0 \pm 4.3	
P (g kg ⁻¹)	0.48 \pm 0.18	0.30 \pm 0.23	0.52 \pm 0.31	0.20 \pm 0.11	
K (g kg ⁻¹)	16.1 \pm 7.5	4.8 \pm 7.1	14.2 \pm 11.0	10.6 \pm 14.5	
Ca (g kg ⁻¹)	3.1 \pm 2.7	2.4 \pm 2.5	3.7 \pm 2.0	1.9 \pm 1.7	
Mg (g kg ⁻¹)	4.5 \pm 5.0	3.7 \pm 3.2	2.3 \pm 2.0	2.4 \pm 3.1	

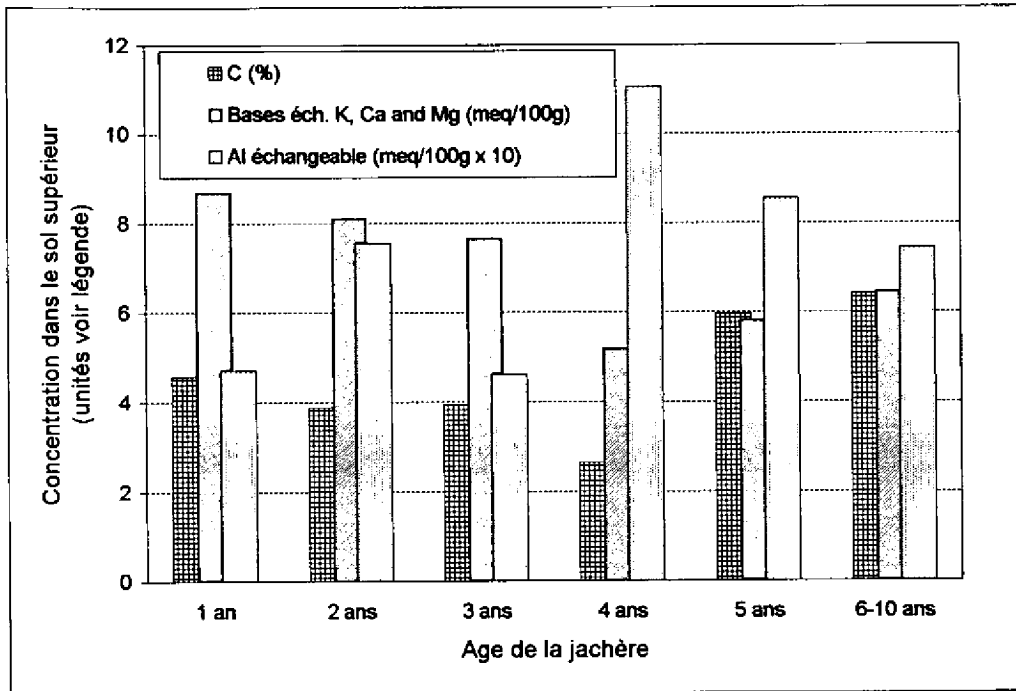
Concentration des nutriments dans les sols supérieurs (0-20cm)

	Après brûlis (n=22)	A la récolte (n=22)	Sous jachère 1 an (n=12)	Sous jachère 3 ans (n=13)	Sous jachère 5 ans (n=15)
C _{tot} (g kg ⁻¹)	45.8 \pm 12.8	45.1 \pm 10.5	46.9 \pm 12.7	38.6 \pm 17.2	58.4 \pm 21.7
N _{tot} (g kg ⁻¹)	3.7 \pm 0.8	5.2 \pm 2.1	5.0 \pm 1.8	5.1 \pm 2.7	4.8 \pm 1.1
P _{ass} (mg kg ⁻¹ , Bray)	7.0 \pm 2.8	8.6 \pm 4.2	10.9 \pm 12.8	8.5 \pm 4.2	5.2 \pm 2.9
K _{éch} (mg kg ⁻¹)	84 \pm 32	54 \pm 38	23.4 \pm 19.5	27.3 \pm 35.1	42.9 \pm 27.3
Ca _{éch} (mg kg ⁻¹)	368 \pm 290	460 \pm 298	818 \pm 738	628 \pm 300	614 \pm 332
Mg _{éch} (mg kg ⁻¹)	251 \pm 152	240 \pm 140	596 \pm 363	557 \pm 274	322 \pm 196

¹ Valeur calculée (4.5% de la phytomasse et la litière d'une jachère de 5 ans); ² Valeur estimée; tot : total; ass : assimilable; éch : échangeable

En analysant de plus près la régénération des sols, on remarque qu'elle ne débute réellement qu'après 4-5 ans de jachères. La figure 48 montre que pendant les 4 premières années de jachère, les concentrations de C et des bases diminuent alors que dès la quatrième année, elles augmentent à nouveau pendant qu'Al diminue.

Fig.48: Evolution des concentrations de C, des bases et d'Al dans le sol pendant la croissance des jachères

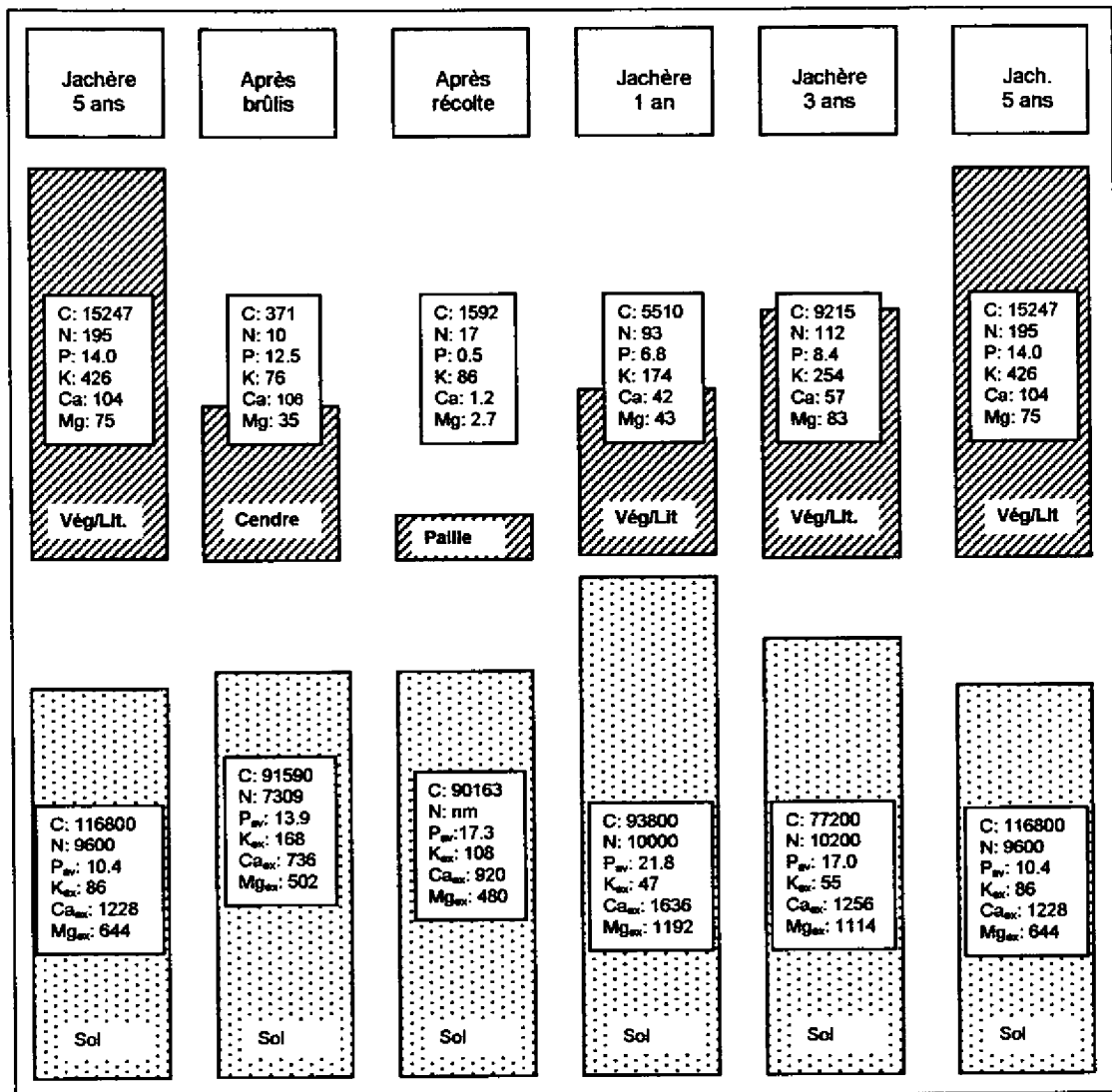


Ramakrishnan signale une évolution des sols semblable en Inde (1992) ; Szott et Palm (1996) rapportent une diminution des stocks en P, K, Ca et Mg du 17^e au 53^e mois de jachère, avec une même augmentation d'Al vers 2 ans (sans qu'on puisse vraiment l'expliquer ; Szott, comm. orale), mais ils démontrent aussi une augmentation de N et C. Au contraire, Toky et Ramakrishnan (1981) ont trouvé une diminution des bases qui se poursuit même au-delà de la 5^e année de jachère.

Néanmoins, la régénération devrait être étudiée au niveau du site, du système entier. La figure 49 présente l'évolution des stocks en nutriments dans la végétation (biomasse et litière) et dans le sol pendant un cycle de culture. Les valeurs moyennes d'une jachère de 5 ans ont été utilisées pour illustrer les valeurs de départ et de fin de cycle. Mais il ne faut pas interpréter trop directement cette simplification : cela ne signifie pas qu'un cycle de 5 ans permette de régénérer entièrement les nutriments du sol et de la végétation.

En valeurs absolues, cette figure 49 montre que 98% de C et 95% de N sont perdus après le brûlis, alors que les stocks en P et Ca restent disponibles dans les cendres. La diminution des stocks de K et Mg dans les cendres peut probablement être expliquée par le processus de décomposition avant brûlis.

Fig. 49 : Evolution des stocks moyens en nutriments (kg/ha) d'un cycle cultural

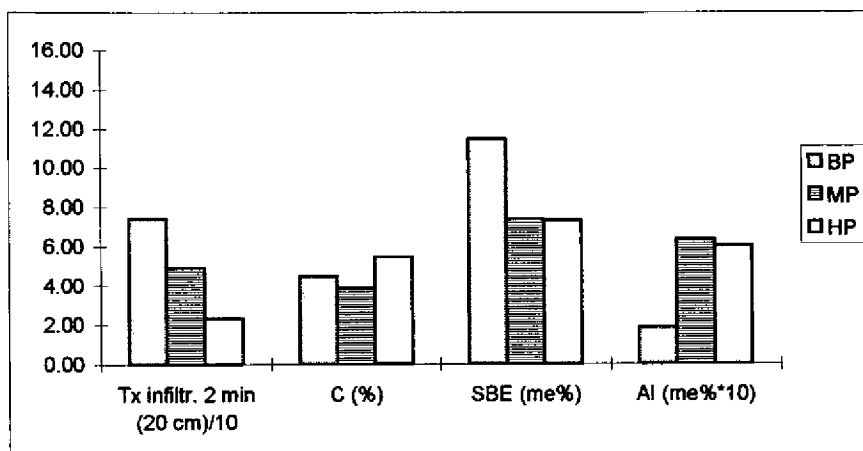


Les nutriments des cendres sont sujets à des pertes importantes, d'abord par érosion éolienne et ruissellement, puis par lessivage depuis le sol supérieur. A la récolte, les stocks de P, Ca et Mg présentent des valeurs peu élevées dans la paille de riz, mais les stocks épigés de C et N ont par contre déjà augmenté pendant la culture. Durant la croissance de la jachère, la phytomasse accumule de plus en plus de nutriments, avec une proportion croissante qui se retrouve stockée ensuite dans la litière, alors que les concentrations diminuent dans la végétation.

L'évolution des nutriments du sol supérieur est la même que celle qui a été présentée pour les concentrations. Environ 25 t/ha de C et 2 t/ha de N ont été perdus lors de la défriche-brûlis. Depuis la jachère de 5 ans jusqu'à la fin du feu, P du sol supérieur a augmenté d'environ 3.5 kg/ha et K de 82 kg/ha. Ces constatations corroborent les résultats de Kang et Juo (1986). A la récolte, ces sols supérieurs démontrent une augmentation en P de 66% et K de 26% par rapport aux sols sous jachères de 5 ans. Pendant les premières années de jachères, le stock de K diminue à cause du lessivage et de l'assimilation des nutriments par la jeune jachère. Alors que le stock « aérien » de P diminue pendant la culture et augmente ensuite pendant la jachère, le stock du sol augmente dans un premier temps avant de diminuer pendant la croissance de la jachère. Ces changements indiquent que, pendant un cycle de culture sur brûlis, P est régulièrement échangé entre les stocks du sol et ceux de la végétation. Mais il faut traiter les comparaisons entre stock du sol (P assimilable) et de la végétation avec prudence ; les méthodes d'extraction sont complexes et il vaut mieux se concentrer sur l'allure générale de l'évolution de ces stocks.

Les évolutions moyennes des nutriments, présentées dans ce chapitre, doivent être considérées comme schématiques ; elles ont pour but de cerner les processus généraux de dégradation pour lequel on va tenter de dresser un bilan ci-dessous. Pour illustrer auparavant la variabilité des données, nous allons rapidement présenter ci-dessous, pour des jachères de 5 ans, l'influence du relief sur les variables explicatives.

Fig. 50 : Influence du relief sur quelques variables du sol



Le relief présente surtout des différences quant à la structure des sols (plus compacts en hauts de pente) et la teneur en bases échangeables (concentrées dans les bas de pente, ce qui influence également le taux d'aluminium). Les variations de matière organique et des autres nutriments ne

semblent par contre pas présenter de tendances claires.

En gardant ces variations liées au relief en tête, il est tout de même possible de dresser un bilan moyen des nutriments pendant un cycle de culture sur brûlis. La figure 51 présente le bilan des nutriments pendant une période de culture riz pluvial et de mise en jachère.

Les apports en engrais minéraux, en compost organique ou par sédimentation (IN1, IN2, IN5) ne sont pas significatifs dans la culture traditionnelle du *tavy*. Les apports des précipitations (IN3) et la fixation biologique de N (IN4) sont basés sur des valeurs citées pour Madagascar par Smaling et Stoorvogel (1990, pour N, P et K) et du Ghana (UNESCO-PNUE, 1979, pour Ca et Mg). L'exportation des résidus de cultures a été transformée dans notre cas en consommation de bois de chauffe, qui se concentre dans les jachères arbustives de la zone d'étude. Les quantités moyennes utilisées ont été estimées par Ranjatson (1998) à environ 15kg par jour. Avec une densité moyenne de population de 22.5 hab./km² et une moyenne de 5 membres par ménage, la consommation annuelle de bois de chauffe s'élève à environ 250 kg/ha. Les concentrations en nutriments du bois de chauffe ont été calculées sur la base des valeurs connues pour les jachères de 5 ans. En moyenne, 1.1 t/ha de paddy sont exportés des champs à la récolte (OUT2) et les concentrations correspondantes sont indiquées dans la figure 47. Les pertes gazeuses (OUT4) tiennent compte du processus continu de dénitrification (valeurs de Stoorvogel et Smaling, 1990) et des pertes mesurées de C et N pendant le brûlis. L'érosion qui a lieu pendant la culture a été mesurée à 14.7 t/ha (Brand et Rakotovo, 1997) et touche de manière différente les éléments mesurés : les pourcentages de pertes en C (0.5%) sont moins importants que pour Ca (2.7%) par rapport aux stocks initiaux. La perte totale en nutriments (TOTAL) représente la différence entre les stocks de la jachère de 5 ans et les stocks à la récolte après un cycle de culture.

Fig. 51 : Bilan des nutriments après une culture de riz pluvial (6 mois) par défriche-brûlis d'une jachère de 5 ans.

	IN3	IN4	OUT1	OUT2	OUT4	OUT5	DIFF	TOTAL
C (kg/ha)	nr	nr	59	538	14942	629	-24125	-40293
N* (kg/ha)	7.7	2.5	0.8	12.8	185	61	-*	-*
P (kg/ha)	2.9	nr	0.1	0.6	nr	0.2	-8.6	-6.6
K (kg/ha)	6.0	nr	1.8	4.1	nr	nr	-317	-317
Ca (kg/ha)	6.0	nr	0.5	0.1	nr	6.0	-410	-411
Mg (kg/ha)	6.0	nr	0.3	0.3	nr	5.0	-236	-236

IN1 : Engrais minéraux (nr : not relevant)
 IN2 : Compost (not relevant)

IN3 :	Déposition par précipitations (N, P, K annuel estimés d'après Stoorvogel et Smaling, 1990, Ca, Mg d'après UNESCO, 1979)
IN4 :	Fixation biologique d'azote (semi-annuelle estimée d'après Stoorvogel et Smaling, 1990)
IN5 :	Sédimentation (not relevant)
OUT1 :	Exportations de résidus de culture (cons. de bois de 250 kg ha ⁻¹ (Ranjatson, 1998), concentration d'une jachère de 5 ans)
OUT2 :	Produits de culture (exportation de 1.1 t ha ⁻¹ de paddy)
OUT3 :	Lessivage (pas mesuré, inclus dans DIFF)
OUT4 :	Pertes gazeuses (dénitrification d'après Stoorvogel et Smaling, 1990, volatilisation de 98%C de 95%N des stocks d'une jachère de 5 ans)
OUT5 :	Erosion (14.7 t ha ⁻¹ de perte en terre et concentrations de la terre érodée d'après Brand et Rakotovo, 1997)
DIFF :	Différence du bilan due à l'accumulation de C de l'atmosphère, fixation de N de l'atmosphère et capture profonde, P, K, Ca et Mg capture profonde, lessivage dans les horizons profonds, érosion des cendres (vent et ruissellement) (une partie des différences peut provenir du nombre limité de sites, de l'importante variabilité spatiale et d'analyses du sol imprécises)
TOTAL :	Différence nette observée entre les stocks en nutriments du sol supérieur et de la végétation de 5 ans et le stock à la récolte (perte nette après 6 mois de mise en culture)
nr :	not relevant ou zéro
* :	Stock de N pas mesuré à la récolte

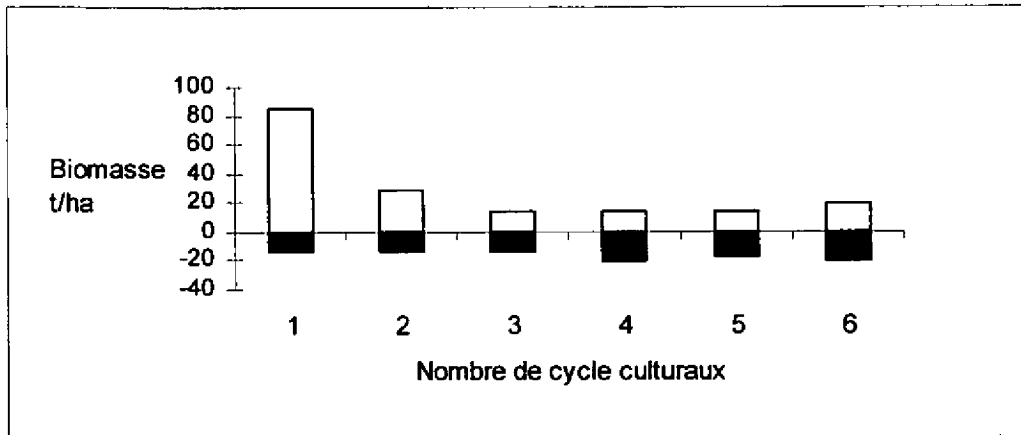
La figure 51 montre que les exportations dues à la consommation de bois de chauffe et à la récolte sont relativement faibles. Les pertes de terre sont plus élevées mais restent insignifiantes vis-à-vis des pertes totales. Les plus grandes pertes se rapportent à l'effet du feu de biomasse et ses conséquences sur les éléments les plus volatils comme C et N. Les différences entre les inputs et outputs présentés et les pertes totales sont grandes : cela indique que des pertes de nutriments non mesurées comme l'érosion éolienne, le ruissellement des cendres, le lessivage des nutriments dans des horizons plus profonds du sol et les pertes de C en surface du sol par le feu, sont responsables de la majorité des pertes en nutriments pendant la saison du *tavy*. En comparaison avec l'utilisation effective du paddy, qui ne représente que 1-7% du stock en nutriments de la jachère précédente, ce bilan démontre bien l'aspect significatif des pertes en nutriments dues à la technique culturale.

Le cycle des nutriments à long terme pour des sites cultivés par brûlis

En simplifiant les connaissances relatives au processus de dégradation (Terre-Tany/BEMA, 1998 ; Fassbender, 1974) et en cohérence avec les résultats du chapitre 4.3.2, un **modèle d'évolution** en 5 étapes a été utilisé pour cette analyse. Il est caractérisé par différents types de végétation : la forêt primaire, les jachères à composantes forestières (c'est-à-dire les jachères péri-forestières et les jachères arbustives du chap. 4.3.2), les jachères mixtes (denses à *Lantana*, *Rubus*, etc.), dégradées (rudérales, à tendance *Imperata*) et enfin la végétation savanisée. Ces étapes correspondent à un processus de culture sur brûlis qui a duré entre 200 et 250 ans environ dans la région. Néanmoins, il faut traiter les schémas des figures 53 et 54 avec prudence puisque seuls les sites fragiles de crête atteignent un stade de savanisation, tandis que les sites de bas de pente supportent mieux les mises en culture successives et peuvent se maintenir à des stades rudéraux (jachères mixtes ou au pire dégradées).

En outre, certaines données sont difficiles à obtenir pour renforcer le modèle : sur les sites dont le premier défrichement est ancien, le nombre des cultures passées et les intervalles de mise en jachère représentent des informations pratiquement impossibles à obtenir, si bien qu'on ne peut quantifier directement le processus évolutif que pour les sites dernièrement défrichés. Ce travail a été mené par Rakotozafy (1996) au niveau de la phytomasse après les premières mises en culture, dans des jachères de la zone péri-forestière (fig. 52).

Fig. 52 : Evolution des biomasses aérienne et racinaire de jachères de trois ans selon le nombre de mises en culture précédente.



Ce suivi des premières jachères a été mené en gardant les facteurs écologiques les plus semblables possibles (position topographique, pente, etc.) et sur des jachères d'âge fixe: trois ans. La diminution de biomasse est flagrante dès les deux premières cultures et correspond aux changements radicaux de composition floristique. Les espèces pionnières forestières (*Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Croton mongue*, *Weinmannia spp.*) ne supportent plus la concurrence des espèces plus rudérales de jachères. D'une part la banque de graines du sol est touchée par les feux, d'autre part la végétation environnante ne reste pas longtemps forestière (une fois défriché, un site est régulièrement exploité, comme ses environs) et ne présente par conséquent plus une source de diaspores diversifiée. Dès trois répétitions déjà, la production de biomasse semble stabilisée à peine en dessus du niveau de celle des jachères dont l'utilisation est beaucoup plus ancienne. On notera que les sites qui ont été cultivés 3 à 6 fois ont une productivité en biomasse à 3 ans qui est proche de la moyenne de l'ensemble des jachères de 5 ans de l'échantillon (23.7 ± 7.5 t/ha).

Fig. 53 : Concentrations moyennes des nutriments de la végétation et des sols supérieurs en fonction des stades de dégradation déterminés

Concentration de nutriments dans la végétation

	Forêt pluviale ¹	Jachères forestières (n=5)	Jachères denses mixtes (n=4)	Jachères dégradées (n=2)	Savanes (n=3)
Phytomasse (t ha ⁻¹)	462	50	15	10	5
C (g kg ⁻¹)	498	481	472	475	500
N (g kg ⁻¹)	2.4	5.3	6.3	5.9	4.2
P (g kg ⁻¹)	0.13	0.50	0.85	0.70	0.80
K (g kg ⁻¹)	3.2	9.5	8.4	5.3	3.9
Ca (g kg ⁻¹)	1.9	5.3	5.2	4.3	2.6
Mg (g kg ⁻¹)	0.5	0.9	2.6	2.3	2.5

Concentration de nutriments dans les sols supérieurs

	Forêt pluviale (n=7)	Jachères for. (n=22)	Jachères denses mixtes (n=15)	Jachères dégradées (n=7)	Savanes (n=7)
Profondeur du sol supérieur (cm)	25	22	20	18	16
Densité moyenne (g cm ⁻³)	0.91	0.96	1.05	1.18	1.18
C _{tot} (g kg ⁻¹)	50 ± 12	51 ± 19	44 ± 12	40 ± 11	37 ± 10
N _{tot} (g kg ⁻¹)	4.2 ± 1.0	4.0 ± 0.9	3.4 ± 0.6	3.2 ± 0.6	3.0 ± 0.5
P _{av} (mg kg ⁻¹ , Bray)	5.6 ± 3.9	5.2 ± 2.4	8.7 ± 13.6	5.9 ± 2.4	4.6 ± 2.9
K _{ex} (mg kg ⁻¹)	62 ± 23	109 ± 35	70 ± 31	59 ± 20	78 ± 109
Ca _{ex} (mg kg ⁻¹)	168 ± 98	514 ± 330	294 ± 256	196 ± 90	122 ± 52
Mg _{ex} (mg kg ⁻¹)	145 ± 76	186 ± 99	142 ± 94	125 ± 72	89 ± 56

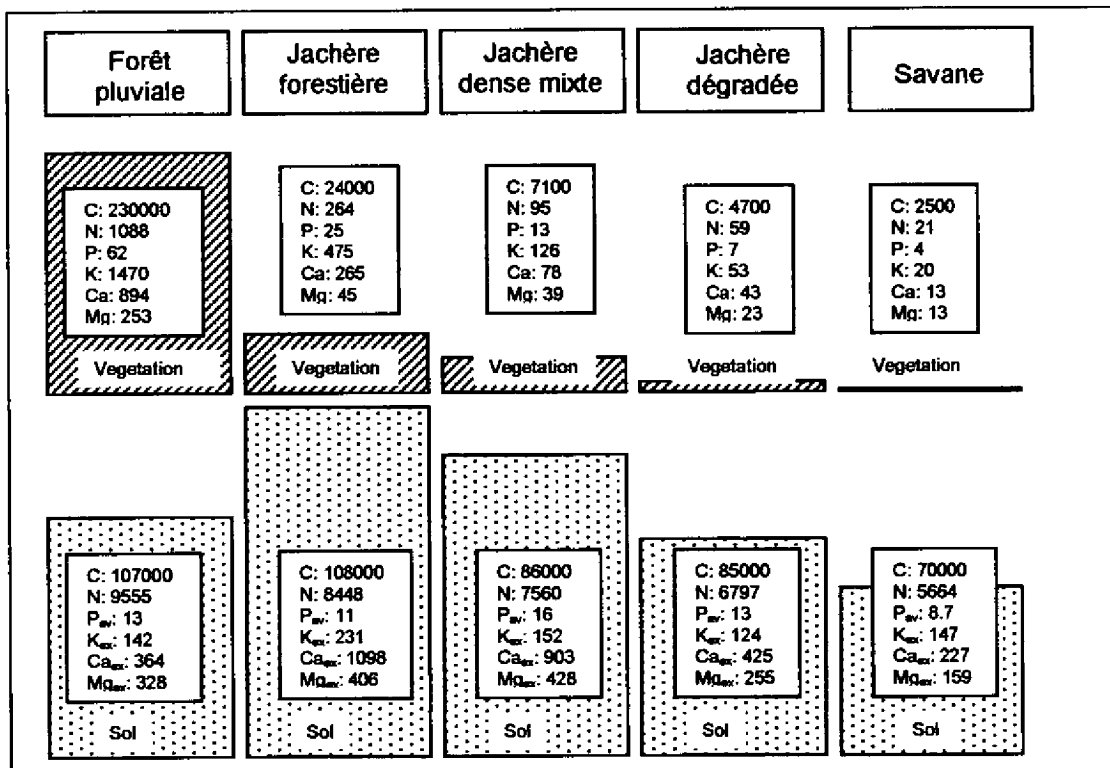
¹: d'après Fassbender, 1974; tot : total ; av : available ; ex : échangeable

Dans la simplification en 5 étapes du modèle, la phytomasse et les concentrations de nutriments de la forêt primaire ont été tirées de Fassbender (1974) qui a obtenu ces résultats au Vénézuéla, dans une forêt sempervirente qui connaissait un climat et présentait une hauteur de végétation semblables à la zone d'étude. La phytomasse des 4 étapes suivantes a été estimée d'après les données des projets Terre-Tany/BEMA de manière grossière mais représentative en 50t/ha pour les jachères périforestières et arbustives, 15t/ha pour les jachères denses mixtes, respectivement 10 et 5 t/ha pour les jachères dégradées (fougères, *Imperata* persistante) et les savanes. La figure 53 montre que la concentration en nutriments de la végétation augmente de la forêt aux jachères arborées puis mixtes, alors qu'elle décroît ensuite dans les jachères dégradées et les savanes. Ce phénomène peut être mis en relation entre autres avec le rapport bois-feuillage dans la production végétale totale : en effet, dans la forêt, la phytomasse est importante mais les nutriments sont « dilués » dans cette masse totale, alors que dans la végétation secondaire, bien sûr plus jeune, les cycles sont plus rapides et la végétation produit une plus grande proportion de feuilles dans lesquelles la photosynthèse entraîne une plus forte concentration de nutriments. Dans une jachère de 5 ans, les feuilles présentent des concentrations en nutriments de 2.4 à 3.9 fois supérieures aux concentrations de parties ligneuses. Pour *Psiadia altissima*, la relation est même de 6 à 10 fois plus élevée dans les feuilles. Pourtant, après la poursuite de la mise en culture par brûlis des sites fragiles, la dégradation de la fertilité des sols ne permet plus aux sites couverts par des fougères ou des savanes d'emmagasiner encore assez de nutriments pour pallier la faible production de biomasse et la concentration, qui diminue même dans la végétation, démontre que le cycle est perturbé et en déséquilibre grave.

La figure 53 présente également la relation entre les types de végétation et la concentration en nutriments des horizons superficiels (de profondeur décroissante, cf. Brand et Rakotonanalay, 1997). Sous forêt naturelle, ces horizons présentent des concentrations de bases en particulier plus basses que sous les autres couverts. Grâce aux apports de nutriments provenant des cendres de la phytomasse brûlée, les concentrations augmentent au stade des jachères arborées/arbustives. Par contre, une fois ce stade passé, elles diminuent à nouveau, de manière continue jusqu'à l'ultime stade de savanisation. L'azote et la matière organique ne présentent pas la même dynamique que les bases : ces concentrations diminuent continuellement et l'effet du feu sur ces stocks doit jouer là un rôle déterminant dès le début.

La figure 54 présente de manière très générale (et fortement influencée par la phytomasse) l'évolution des stocks totaux des nutriments de la végétation. On s'aperçoit que dès la disparition de la forêt, une proportion d'environ 60% de P et 90% de N est perdue. Avec la poursuite des cultures, les stocks diminuent fortement jusqu'à ne plus atteindre, dans les savanes, que 1.1% de N et 6.5% de P des stocks forestiers.

Fig. 54 : Stocks moyens en nutriments (kg/ha) dans la phytomasse et dans les horizons supérieurs (0-20 cm) du sol, à diverses étapes de la succession végétale simplifiée.



La hauteur des colonnes de la figure 54 représente la relation entre les quantités absolues des 6 éléments mesurés et celle du site forestier (100%). Dans le long terme, et sur le plan des nutriments seulement, la diminution de la profondeur de l'horizon supérieur est « compensée » par l'augmentation de la densité du sol. C'est pourquoi l'évolution des stocks totaux est relativement similaire à celle des concentrations. Par contre, sur le plan de la fertilité dans un sens plus général, cette augmentation de densité entraîne certainement des contraintes sur la capacité de rétention d'eau et finalement sur la disponibilité des nutriments. Seuls C et N décroissent continuellement de la forêt à la savane (pertes répétées par volatilisation). Par contre, les stocks de bases échangeables augmentent dans les deux premières étapes de 89 kg/ha (K), 734 kg/ha (Ca) et 100 kg/ha (Mg), avant de décroître à nouveau sur les sites fragiles, avec la répétition des cultures et surtout des feux.

Les pertes totales en nutriments sont les plus importantes pendant les premiers stades de succession, surtout pour C, P et K. Par exemple, 61% du C sont perdus après les premiers défrichements alors que les quantités décroissent ensuite de 5-12% entre les autres stades de succession. Les quantités de N semblent décroître plus régulièrement (7-18% entre chaque stade) alors que les pertes de Ca et Mg semblent être concentrées vers la fin du processus de dégradation. La faible perte en Ca et Mg des débuts est corrélée avec des mesures de pH qui augmentent dans les premiers stades de succession (Brand et Rakotondranaly, 1997).

Même s'il faut comparer avec prudence les colonnes sol avec les colonnes végétation, puisque les valeurs de P et des bases résultent d'analyses chimiques différentes, la dégradation est marquée par une forte diminution de la proportion de nutriments accumulés dans la végétation. Sous forêt, la majorité (68-91%) des stocks de C, P, K et Ca est stockée dans la phytomasse, ce qui correspond aux conclusions de Weischet et Caviedes (1993) et Fölster (1986). Au contraire, le sol supérieur contient un stock de 90% du N total et 56% du stock en Mg.

Ces rapports entre stocks de nutriments contenus dans le sol ou la végétation changent rapidement après les premiers cycles de culture sur brûlis. La phytomasse des jachères périforestières ne contient déjà plus que 10-19% des stocks totaux de C, Ca et Mg, mais encore 67-70% de P et de K. Après la poursuite de la dégradation, la phytomasse des savanes ne stocke plus que 0.4% (N) à 32% (P) des quantités totales de nutriments de la végétation forestière.

Eclairant à nouveau ces résultats, la figure 55 présente une tentative de quantification des pertes annuelles en nutriments, en fonction des stades connus de dégradation, de la durée estimée des jachères et du nombre approximatif de cycles de culture qui entraînent le passage d'un stade à l'autre. En résumé, on y voit des pertes de C, P et K concentrées sur le début du processus, au contraire de N, Ca et Mg.

Fig. 55 : Pertes annuelles de nutriments pendant 3 phases successives de dégradation due au *tavy*

	De la forêt pluviale aux jachères forestières	Des jachères forestières aux jachères dégradées	Des jachères dégradées aux savanes
Intensité de la culture sur brûlis	Intense	Moyenne	Pâturage extensif
Durées moyennes des jachères	2-5 ans	4-7 ans	Brûlées périodiquement
Durée de transition	5 cycles de <i>tavy</i>	10-20 cycles	50-100 ans
Topographie	Partout	Pentes moyennes à crêtes	Uniquement les crêtes
Pertes annuelles			
C (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	12'000	2800	225
N (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	110	123	16
P (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	2.2	1.1	0.1
K (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	52	35	0.1
Ca (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	nr	60	3.0
Mg (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	7.5	12	1.4

(nr : not relevant, gain du sol égal aux pertes dans la végétation)

Même si l'entretien des cultures (surtout le sarclage, gardiennage, etc.) de riz pluvial est probablement crucial pour obtenir de bonnes récoltes, ces stocks de nutriments jouent un rôle également dans les productions de riz mesurées (Rabevoitra et Randriamboavonjy, 1997). Les rendements calculés confirment de meilleures productions de paddy (1830 kg/ha) dans le terroir périforestier que dans les sites dégradés du terroir savanisé (1516 kg/ha), et on observe une certaine corrélation entre les champs

auparavant couverts de jachères arbustives (1853 kg/ha), de jachères rudérales ou mixtes (1802 kg/ha) et de jachères dégradées (1353 kg/ha).

Bilan des nutriments

Le cas de figure étudié est une jachère de mi-pente, qui suit un processus de dégradation tel que décrit dans la figure 55, c'est-à-dire qui passe de la forêt primaire à un stade de jachère dégradée en 125 ans et 20 cycles de *tavy*. La consommation de bois de chauffe (OUT 1) a été calculée sur le même modèle que pour un cycle de mise en culture. Les exports culturaux (OUT 2) et les pertes par volatilisation (OUT 4) valent 20 fois les valeurs d'un cycle. L'érosion moyenne pendant la mise en culture puis la jachère (OUT 5) a été évaluée à 4.7 t/ha*an par Brand et Rakotovo (1997). La colonne TOTAL représente les différences entre les stocks totaux de nutriments dans la forêt primaire et dans une jachère dégradée divisées par 125 ans.

La figure 56 fait à nouveau ressortir les pertes par combustion de C et de N comme les plus importantes pour ces éléments. Les pertes en P et en cations sont plus liées aux exports de bois de chauffe et à l'érosion qu'aux récoltes de paddy, mais en général les apports estimés par déposition humide sont plus élevés que les pertes mesurées. Les pertes nettes annuelles calculées pour le cas d'une mise en culture à long terme sont moins élevées que les pertes calculées pendant la phase de mise en culture : 15-20 fois pour C et P, même 30-100 fois moins pour les cations.

Fig. 56 : Bilan des nutriments d'un site de mi-pente qui a subi une dégradation à long terme, jusqu'à une jachère dégradée (environ 20 cycles de *tavy* en 125 ans)

	IN3	IN4	OUT1	OUT2	OUT4	OUT5	DIFF	TOTAL
C (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	nr	nr	119	86	2390	202	821	-1976
N (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	7.7	5.0	1.5	2.0	35.2	19.7	16.1	-29.6
P (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	2.9	nr	0.1	0.1	nr	0.1	-3.0	-0.4
K (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	3.6	0.7	nr	0.1	-12.2	-11.5
Ca (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	0.9	nr	nr	2.0	-9.4	-6.3
Mg (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	0.6	0.1	nr	1.6	-6.1	-2.4
INI :	Intrants minéraux (not relevant)							
IN2 :	Compost (not relevant)							
IN3 :	Déposition humide (N, P, K estimés selon Stoorvogel et Smaling, 1990, Ca, Mg selon UNESCO-PNUE, 1979)							
IN4 :	Fixation biologique de N (selon Stoorvogel et Smaling, 1990)							
IN5 :	Sédimentation (not relevant)							
OUT1 :	Consommation de bois de chauffe (250 kg ha ⁻¹ y ⁻¹ (Ranjatson, 1998) selon les concentrations d'une jachère de 5 ans							
OUT2 :	Produits récoltés (20 récoltes de 1.1 t ha ⁻¹ de grains)							
OUT3 :	Lessivage (pas mesuré, compris dans DIFF)							
OUT4 :	Pertes gazeuses (dénitrification continue selon Stoorvogel et Smaling, 1990, 20 fois la volatilisation de 98%C et 95%N du stock d'une jachère de 5 ans)							
OUT5 :	Erosion (pertes de terres de 4.7 t ha ⁻¹ à long terme et concentration des nutriments selon Brand et Rakotovo (1997)							
DIFF :	Résulte de la différence dans le bilan due à l'accumulation de C par photosynthèse, à la capture de N, P, K, Ca et Mg depuis les horizons sous-jacents, au lessivage ; à l'érosion des cendres (une partie des différences pourrait provenir du nombre limité des sites, d'une importante variabilité spatiale et de l'imprécision de certaines analyses).							
TOTAL :	Pertes annuelles en nutriments. Différence entre le stock en nutriments du sol et de la végétation sous forêt pluviale et sous jachère dégradée							
nr :	not relevant							

Bilan des nutriments au niveau d'un bassin versant à long terme sous culture sur brûlis

Le bilan des nutriments au niveau du bassin versant (figure 57) comprend les mêmes apports annuels que les autres bilans, estimés selon Stoorvogel et Smaling (1990). Comme lors du brûlis de culture, la consommation de bois de feu entraîne la volatilisation de 98% de C (98%) et 95% de N (95%) hors du bassin versant, alors que les autres nutriments restent dans les cendres et à l'intérieur du bassin versant. Le pourcentage de nutriments exportés par la consommation de la population (OUT 2) a été calculé selon Falisse et Lambert (1994). Les pertes annuelles gazeuses dépendent des surfaces brûlées, qui représentent 3.2% à Vohidrazana (stade forestier) et 12.6% à Salampinga (stade dégradé). La surface annuelle brûlée a été estimée à 10% de la surface du bassin versant et comme pour la combustion de bois de chauffe, des pertes de C et N ont été évaluées en fonction des biomasses moyennes. Les exportations annuelles

mesurées de nutriments en suspension sont 2.5-4 fois plus grandes dans le bassin versant savanisé que dans le bassin versant forestier (Brand, 1998). Cette perte de nutriments plus sévère dans le bassin versant dégradé semble contredire les résultats précédents qui décrivaient d'importantes pertes dans les premiers stades de mise en culture. Cette apparente contradiction provient du fait que le bassin versant de Vohidrazana est couvert à 85% de surfaces forestières, à cycle de nutriments relativement fermé (Jordan, 1985 ; Juo et Manu, 1994). Si on considère alors que les exportations de nutriments ne proviennent que des 15% de la surface sous culture sur brûlis, l'export par hectare est alors de 1.5-2.5 fois plus élevé par hectare à Vohidrazana qu'à Salampinga. Quoi qu'il en soit, ce sont les charges moyennes mesurées en 94-95 (Brand et Rakotovao, 1997) qui ont été prises pour former l'OUT 5, c'est-à-dire la terre perdue à l'exutoire du bassin versant.

Le bilan se base donc sur la comparaison des stocks de nutriments d'un bassin versant forestier et d'un bassin versant dégradé, Salampinga, sur lequel la culture sur brûlis est pratiquée depuis 200 ans. Sur la base d'une cartographie de Vololonirainy (1995) revue en fonction des catégories présentées ici, les nutriments des divers types de végétation ont été multipliés par leurs surfaces respectives. Pour les sols de rizières, la moyenne des valeurs des jachères arbustives, rudérales et dégradées a été appliquée et la phytomasse a été négligée. Cette méthode nous donne donc une moyenne surestimée par les valeurs de nutriments en phytomasse des jachères de 5 ans mais probablement sous-estimée par les valeurs pédologiques des rizières. Les pertes annuelles nettes à long terme (TOTAL) ont été calculées en divisant les différences de stocks par 200 ans d'agriculture itinérante.

La figure 57 indique que les pertes les plus importantes de C proviennent essentiellement du brûlis et dans une bien moindre mesure de la consommation de bois de chauffe et de l'érosion. Des quantités identiques de N ont été perdues par le brûlis et à travers la charge sédimentaire des rivières, alors que P et les cations s'exportent principalement par érosion. A l'échelle du bassin versant, les dépositions humides de N, P et les cations représentent une forte contrepartie.

Les différences (DIFF) positives élevées reflètent l'importance des quantités de C assimilées et accumulées, ainsi que probablement la capture profonde de N, P et des cations. Selon Stoorvogel et Smaling (1990), ces gains peuvent provenir d'une extension de la zone racinaire pendant une longue période de mise en culture.

Fig. 57 : Bilan des nutriments au niveau du bassin versant avec une dégradation à long terme qui part d'un bassin versant boisé et aboutit à un bassin versant dégradé (200 ans)

	IN3	IN4	OUT1	OUT2	OUT4	OUT5	DIFF	TOTAL
C (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	nr	nr	117	30	1494	91.8	848.8	-884
N (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	7.7	5.0	1.4	0.7	24.1	26.7	28.3	-11.9
P (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	2.9	nr	nr	nr	nr	9.4	6.3	-0.2
K (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	nr	0.1	nr	21.1	10.3	-4.9
Ca (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	nr	nr	nr	12.0	4.1	-1.9
Mg (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)	6.0	nr	nr	nr	nr	13.3	6.5	-0.8
IN1 :	Intrants minéraux (not relevant)							
IN2 :	Compost (not relevant)							
IN3 :	Déposition humide (N, P, K estimés selon Stoorvogel et Smaling, 1990, Ca, Mg selon UNESCO-PNUE, 1979)							
IN4 :	Fixation biologique de N (selon Stoorvogel et Smaling, 1990)							
IN5 :	Sédimentation (not relevant)							
OUT1 :	Consommation de bois de chauffe (250 kg ha ⁻¹ y ⁻¹ (Ranjatson, 1998) selon les concentrations d'une jachère de 5 ans							
OUT2 :	Récoltes (perte de 50-60% de C et N et 20-40% de P et K (Falisse et Lambert, 1994) par la consommation annuelle de 1.1 t ha ⁻¹ de grains sur 10% de la surface du bassin versant)							
OUT3 :	Lessivage (pas mesuré, inclus dans DIFF)							
OUT4 :	Pertes gazeuses (dénitrification continue selon Stoorvogel et Smaling, 1990, volatilisation annuelle de 98% C et 95% N du stock d'une jachère de 5 ans sur les 10% de surface brûlée)							
OUT5 :	Erosion (perte annuelle de nutriments dans la charge sédimentaire et soluble des rivières selon Brand et Rakotovao (1997))							
DIFF :	Résulte des différences dans le bilan dues à l'accumulation de C par photosynthèse, à la capture de N, P, K, Ca et Mg depuis les horizons sous-jacents, au lessivage ; à l'érosion des cendres (une partie des différences pourrait provenir du nombre limité des sites, d'une importante variabilité spatiale et de l'imprécision de certaines analyses).							
TOTAL :	Perte annuelle moyenne au niveau du bassin versant (différence entre le stock de nutriments des sols et de la végétation d'un bassin versant boisé et d'un autre dégradé)							
nr	not relevant							

4.3.7 Conclusion sur les processus écologiques

Généralités

Le but du chapitre est de tenter de donner un éclairage sur les divers processus ou types de dégradation et de replacer les données obtenues à Beforona dans un cadre général plutôt que de vouloir réaffirmer que la culture sur brûlis n'est pas un système d'exploitation durable lorsqu'il s'intensifie avec le temps. Grossièrement, les écosystèmes naturels connaissent des perturbations généralement stochastiques (Godron et Forman, 1983) mais ils tendent à se rétablir dans leur forme primaire, ou dans un « méta-équilibre », si un élément déterminant de l'écosystème primaire a été touché. Nous ne pouvons pas directement comparer la culture sur brûlis à une telle perturbation puisque l'homme poursuit une stratégie de gestion et surtout parce qu'il augmente de manière toujours plus forte la fréquence et l'échelle des perturbations. Ce sont les processus de réaction ou de résistance qui se sont développés au cours du temps que les ressources vont mettre en œuvre pour s'adapter à ce régime anthropique.

Dans la région de Beforona, la situation naturelle (climacique) était une forêt dense humide qui formait un paysage relativement homogène (Koechlin et al., 1997). Cette forêt comprenait des faciès liés au sous-sol, au relief correspondant et à l'altitude. Ces différences devaient être particulièrement marquées entre les forêts recouvrant les terroirs de Salampinga et ceux de Vohidrazana, d'autant plus que, avec l'altitude (influence de la température) et surtout la situation de crête dominante de Vohidrazana, les répercussions sur les précipitations (plus fortes à Vohidrazana que sur le palier intermédiaire) et sur les phénomènes d'évapotranspiration (les forêts de crête connaissent un climat plus sec à cause de leur exposition au vent) y sont importantes.

A une échelle plus fine, l'effet de la toposéquence sur le sol et la végétation n'est plus à discuter, mais il augmente encore le nombre de situations écologiques initiales. Par conséquent, il est délicat de réaliser de véritables bilans, faute d'avoir pu suivre l'ensemble des perturbations d'un écosystème, et les comparaisons faites entre différents stades de dégradation mais sur des sites différents devront être interprétées comme une analyse de tendance évolutive afin de définir les facteurs déterminants de certaines transitions.

Le premier passage du couvert forestier « naturel » à un tapis de cendres puis une culture est la perturbation écologique décisive du processus de culture sur brûlis pour deux variables importantes : la végétation et le nouveau niveau de biomasse maximal que le système agraire actuel définit. L'intensité de la perturbation est très forte : destructive pour la végétation et radicale pour l'écologie du site par la modification du microclimat qu'elle entraîne. Cette perturbation pourrait être réversible d'un point de vue écologique. Cependant, la défriche-brûlis est suivie d'une exploitation agricole du site sur le long terme qui ne permet plus un retour à l'état forestier initial.

Végétation

Les pertes importantes de ce premier stade se situent surtout sur le plan de la diversité des espèces végétales de l'écosystème, même s'il réagit en partie à la perturbation à travers des espèces qui rejettent de souche (appelés *solofony*, comme pour *Harungana*, *Dombeya*, *Streblus*, *Dichaetanthera*, *Macaranga spp.*), permettant par là un recouvrement relativement rapide du sol et facilitant une succession de type forestier. May (1975), repris entre autres par Godron (1984), a décrit deux tactiques développées par les espèces végétales : certaines croissent longtemps et atteignent une grande taille, d'autres gardent une petite taille mais se reproduisent fréquemment. Les symboles K et r attribués à ces tactiques correspondent aux paramètres de l'équation logistique de Verhulst qui donne par intégration directe la courbe de croissance en S bien connue des écologues.

Sur les sites défrichés, la germination et l'arrivée des semences d'espèces à tactique « r », de petite taille, à vie courte, à reproduction rapide et à progéniture nombreuse (diaspores anémochores ou zoochores) vont représenter le mécanisme principal de réaction des végétaux, mais elles signifient également une modification brutale de la composition floristique. Après le premier brûlis, les espèces d'arbres, la plupart à tactique « K » (quasiment toutes les essences forestières à croissance lente mais à bois de qualité), n'auront pas assez de descendants, ni de temps, ni l'environnement nécessaire pour se reproduire.

En milieu forestier, les premières jachères sont relativement diversifiées mais le nombre de relevés ne permet pas d'y distinguer véritablement des types distincts. Pourtant, une chose est commune aux jachères des zones de premières cultures à Beforona : la canopée de la végétation est occupée par un très petit nombre d'espèces pionnières (à tactique « r »). Alors que *Harungana madagascariensis* et *Psiadia altissima* cohabitent souvent, *Croton mongue* et *Trema orientalis* dominent quelquefois seuls la canopée. La nouvelle structure de la végétation est donc très simple, avec une canopée supérieure fine, qui peut comprendre, outre les espèces citées ci-dessus, d'autres espèces proches des parasoliers comme celles des genres *Schefflera* ou *Polyscias*, et plusieurs espèces de *Macaranga* (toutes sont pionnières dans le genre). La majorité de ces arbres sont des pionniers à courte durée de vie, qui risquent de mourir en groupe mais rarement avant la remise en culture, donc pas avant 5 ans. On ne rencontre que peu de grands arbres pionniers de la forêt mature qui sont cités dans les trouées naturelles et dont les graines ne germent qu'à la lumière (Reading et al., 1995), à l'exception par exemple d'*Ocotea laevis*. Le feu élimine une partie de la banque de graines du sol (environ 50%) et stimule la germination de certaines espèces pionnières (Ewel et al., 1981 ; de Rouw et Oers, 1988).

Vu sous un autre angle, les arbres pionniers ont une capacité de photosynthèse maximale nette plus élevée que les autres espèces (Medina et Klinge, 1983 in Lerch, 1991), mais c'est la surface totale de feuilles qui est déterminante pour la production de biomasse. A Beforona, en ne considérant que la partie épigée et la durée normale de croissance des premières jachères, leurs productivités atteignent très rarement ou brièvement le niveau moyen des forêts tropicales (environ 22t ha⁻¹ an⁻¹ selon Whittaker et Likens, 1975 ; Larcher, 1984, in Lerch, 1991). La biomasse d'une première jachère a été estimée à 80t/ha à 3 ans (Rakotozafy, 1996), ce qui représente une productivité plus élevée mais exceptionnelle puisque la plupart des mesures correspondent à une moyenne de 50t/ha après 5 ans pour les jachères des sites rarement cultivés. Une hausse de productivité après transformation de couverts forestiers a été observée dans certaines régions, dans le cas entre autres d'un remplacement des couverts forestiers par une végétation herbacée (Lamotte, 1984 ; Singh, 1975). Dans notre cas, une perte de productivité est certaine mais son importance est faible à ce stade. Elle est amoindrie en partie par une légère augmentation (pas plus de 50%) de la biomasse racinaire des jachères dès la troisième mise en culture (Rakotozafy, 1996).

Avec la répétition généralement rapide de ces premières mises en culture, c'est une nouvelle biodiversité qui va s'installer. De Rouw (1991) a démontré qu'en trois cycles de culture et de longues jachères en Côte d'Ivoire, la végétation primaire avait tout de même disparu. A titre de comparaison, Razafy Fara (1999), en ne considérant que les espèces de plus de 10cm de diamètre, a compté environ 40 espèces d'arbres sur une surface minimale évaluée 1600m². Nos relevés de jachères présentent deux niveaux de biodiversité qui se distinguent essentiellement en fonction de la présence d'espèces forestières. Dans les jachères péri-forestières, on rencontre encore environ 50-60 espèces (toutes inventoriées) sur une surface de 50m² et seulement la moitié dans les autres, plus fortement influencées par des espèces introduites, les graminées et les plantes adventices des zones de culture.

Hormis évidemment l'âge et le nombre de mises en cultures, la composition floristique des jachères péri-forestières dépend très fortement de l'environnement direct et plus généralement de la proportion forestière de la zone, ce qui a également été observé par Purata (1986) au Mexique. La notion de « voisinage » citée par Godron (1984) et étayée par Gouyon (1982) semble dans l'hétérogénéité des paysages de jachères jouer un rôle au moins aussi important que la sélection du milieu lors de l'établissement de nouvelles jachères « intermédiaires », en particulier pour certaines espèces.

Alors que dans des zones plus arides ou élevées (Scott, 1978), on rencontre très fréquemment et rapidement une succession « dégradée » de fougères (*Pteridium*) et de graminées (*Imperata* puis *Andropogon*), les formations intermédiaires de Beforona sont dominées dans des stades « intermédiaires » par quelques espèces marquantes : *Lantana camara*, *Rubus mollucanus*, toutes deux introduites, et *Aframomum angustifolium*. La forte domination d'*Aframomum angustifolium*, un mégagéophyte comme d'autres du genre, typique des débuts de succession secondaire (Bebwa et Lejoly, 1993), trouve son optimum dans les zones humides ; ce qui s'explique par sa faculté de reproduction rhizomateuse, donc de proximité. *Rubus* présente également une faculté de propagation par marcottage, ce qui lui permet même de pénétrer des surfaces forestières relictuelles. Cette espèce et *Lantana camara*, pantropicale, semblent avoir une force de concurrence tellement supérieure aux espèces locales qu'il est probable que leur évolution, dans des conditions moins confinées que sur la Grande Ile, leur a conféré un avantage qui ne dépend pas uniquement de leur adaptation écologique à une station donnée.

Divers mécanismes entrent en jeu pour expliquer cette dominance si exacerbée de certaines espèces. *Lantana camara* par exemple libère des substances qui inhibent la croissance racinaire de certaines espèces (Achhireddy et al., 1985). Chou et Lee (1988) estiment que les phénomènes d'allélopathie jouent également un rôle dans les espaces graminéens, à travers leurs potentiels de production de divers acides, comme entre autres pour *Imperata cylindrica* dont les extraits de feuilles inhibent même la croissance de certaines fougères (*Christella dentata*, cf. Hussain et Abidi, 1991), *Panicum repens* et *Digitaria procumpens*. A Beforona, *Psiadia* reste compétitive sur les sols de hauts de pente alors qu'*Aframomum*, *Rubus* et *Lantana* se livrent « un corps à corps » sur les sites plus fertiles. De nouvelles tactiques, complémentaires à un système « r et K », sont développées par les espèces des espaces secondaires et dégradés. Sur ces derniers, les concurrents sont limités par quelques facteurs pédologiques limitants.

Pour les espèces des sites dégradés, deux cas de figure se présentent : *Imperata* est aussi une plante adaptée à la colonisation rapide, avec une propagation rhizomateuse qui s'y prête. *Imperata* se retrouve d'ailleurs souvent dans des jeunes jachères avant de disparaître. Lorsqu'elle subsiste, les conditions pédologiques semblent redevenir limitantes pour les autres espèces, et c'est probablement plus suivant un déterminisme stationnel que les fougères puis les graminées apparaissent, en fonction probablement surtout de la toxicité aluminique et de la compaction du sol.

Biomasse et nutriments

Comme dans le cas des espèces, dans lequel c'est la richesse de la situation de départ qui rend les premières pertes significatives, c'est l'importante biomasse de la forêt qui rend ce premier pas décisif pour la conservation des nutriments. En effet, si le brûlis est complet, le sol nu est couvert d'une quantité d'éléments qu'il n'est pas à même de retenir. Pour comparaison, Ramakrishnan (1992) a trouvé des pertes dues à la mise en culture d'une jachère de 30 ans 4.2 fois plus élevées que pour une jachère de 5 ans lors de la période de séchage. Les cendres peuvent être lessivées, perdues par ruissellement et emportées par le vent. A Beforona après les premiers défrichements, les cendres se retrouvent par chance sur un tapis de matière organique (restes de mousses et de fines racines des forêts de basse montagne) qui devrait un peu inhiber les pertes par ruissellement et par érosion éolienne, mais non le lessivage. Les pertes dues au vent ne doivent pourtant pas être négligées dans la zone peu abritée de Vohidrazana ; Toky et Ramakrishnan (1981) ont évalué ce type de perte à environ 50% de la masse totale des cendres dans des jachères de 10 et 30 ans, environ 25% pour les jachères de 5 ans. Même si on peut toujours se dire que ces cendres vont retomber sur le champ d'un voisin, le problème de cette première culture reste la mise à disposition trop subite des nutriments et dans ce sens, les restes d'une combustion incomplète ou inhomogène (troncs restants, tas de cendres, etc.) représentent une opportunité pour que les éléments soient minéralisés plus tard, une fois qu'un couvert protège le site.

Alors que les mécanismes écologiques discutés jusqu'ici, pour Vohidrazana, correspondent largement à la littérature, les paysans indiquent une particularité qui n'a pas été approfondie : les rendements des toutes premières cultures ne sont pas les meilleurs, contrairement à la logique (voir Jordan, 1985, qui présente des comparaisons pour diverses cultures, année après année). Il est probable que l'épais couvert de matière organique n'est pas trop fortement touché par les premiers feux mais qu'il se décompose, ainsi que les débris, après la première voire les deux premières cultures, et qu'il contribue ainsi à une meilleure fertilité dès les deux ou troisièmes cultures. Brand (1998) a mis en évidence la pratique courante lors des premiers défrichements : les champs sont cultivés 2-3 ans d'affilée alors que par la suite seule une partie des *tavy* connaît une deuxième culture, généralement de manioc ou de patates douces.

La biomasse forestière (462 t/ha dans l'exemple déjà cité de Fassbender, mais variable dans une fourchette partant de 250 t/ha) va être réduite après la première culture dans les meilleurs cas à environ 80t/ha (Rakotozafy, 1996), et dans la moyenne à 23.7t/ha à « maturité agricole » (valeurs de Beforona, jachères de 5-6 ans de mi- et hauts de pente), ce qui représente une perte nette pour tous les nutriments qui étaient stockés dans la végétation. La combustion volatilise directement une proportion variable en fonction de l'intensité du feu de carbone, d'azote et de soufre. Pour le carbone, ces pertes pourraient normalement être compensées par l'atmosphère, comme dans une moindre mesure pour l'azote dont la majorité était de toute façon stockée dans le sol (Fassbender dans l'exemple, Jordan, 1985, Reading et al., 1995) et pour lequel une quantité importante pourrait revenir sous forme de nitrate et d'ammonium par les précipitations (Lewis, 1981). Dans sa fonction de stockeurs de nutriments, en reprenant la comparaison établie entre les données de Fassbender (rapportées à une moyenne grossière de 300t/ha) et celles de Beforona, les jachères mûres ne stockent pourtant plus qu'une proportion de 18 % de C du système sol-

végétation, contre 58% dans le système primaire. Cette production de C dans la végétation est corrélée avec la production de biomasse alors que la matière organique du sol reste relativement stable (Bebwa et Lejoly, 1993). La proportion d'azote passe respectivement de 7 à 3%, soit une perte d'environ 700kg d'azote à l'hectare de ce qui était retenu par la végétation. De manière générale, **la stabilité du système repose beaucoup plus sur le sol qu'auparavant**, et c'est la période de mise à nu de celui-ci ainsi que l'intensité des précipitations à ce moment qui détermineront les pertes des macronutriments des cycles non-volatils (P, K, Ca et Mg).

On a remarqué dans les analyses du chap. 4.3.3. que les catégories phytosociologiques définies étaient corrélées surtout avec l'aluminium et les bases échangeables. Ces catégories représentent le processus général de dégradation de la composition floristique et sont surtout influencées par les extrêmes, c'est-à-dire la végétation forestière et la végétation dégradée (fougères et savanes), alors que la végétation des jachères « agricoles » est floristiquement beaucoup plus homogène et dominée par quelques espèces. Les bases qui étaient libérées par la combustion de la forêt ont profité à la végétation des jachères et aux cultures jusqu'à ce qu'elles disparaissent du système et que l'aluminium qui leur est directement lié devienne déterminant pour la végétation, par exemple pour la dominance de fougères qui en profitent, et pour le potentiel agricole des sites. L'analyse phytosociologique générale du chap. 4.3.2 a fait ressortir un gradient de dégradation de la végétation, due aux répétitions des brûlis. Les catégories d'espèces démontrent une corrélation avec l'altitude (liée à l'ancienneté des utilisations des ressources), avec l'âge de la végétation et justement avec l'aluminium et les bases. On peut conclure très grossièrement que les sols des sites de hauts de pente n'ont pas eu le potentiel de retenir les bases libérées par la végétation et que l'aluminium (voire le manganèse) pourrait être le facteur déterminant de l'abandon de l'agriculture à cause de leur toxicité. Ces carences en cations ont de plus une influence sur la structuration du sol (Duchaufour, 1991) et il a été confirmé que les sites dégradés de la zone d'étude présentent également des signes de compaction du sol (Brand et Rakotondranalay, 1998).

D'après Vitousek (1983), ce sont essentiellement les anions mobiles présents dans la solution qui déterminent les pertes par lessivage des ions du sol ; ces anions (bicarbonates, sulfates, nitrates, chlorides et acides organiques) sont amenés normalement par l'atmosphère ou les organismes vivants, en particuliers sur les sols siliceux. Il a démontré que les perturbations écologiques, venant notamment des pratiques culturales qui empêchent la croissance de la végétation, induisent un lessivage accru des bases échangeables, en particulier Ca et Mg, sous l'influence des nitrates alors que les sulfates dominent les solutions des sites de référence non-perturbés. Vu sous cet angle, la volatilisation de l'azote par brûlis représente une diminution du risque de lessivage abrupt des bases après le feu, même s'il est probable qu'à travers les abondantes précipitations, un lessivage aura tout de même lieu sous un sol aussi peu couvert, et le lessivage de nitrates y joueront un rôle (Nye et Greenland, 1960 ; Jordan, 1985).

Si le lessivage des bases est relativisé par un apport amoindri de nitrates « lessivants », les proportions de Ca et Mg qui sont perdues par ruissellement sont les plus importantes (respectivement 2.7 et 2.2% des quantités du sol en place sous riz pluvial) par rapport aux autres éléments. De plus, Ca et Mg sont également lessivés ; Ramakrishnan (1992) a déterminé sur des sols de pente, en Inde, que les pertes par lessivage s'élèvent à environ 1/3 des pertes par ruissellement sur un cycle, et étaient équivalentes voire supérieures pendant la mousson. Il explique ces phénomènes par une nitrification accrue après le feu et la présence de bicarbonates qui accéléreraient le lessivage. Pendant la mousson, ce sont d'importants lessivages de nitrates qui justement entraînent plus de Ca et Mg. On comprend ainsi un peu mieux le processus à long terme, dans lequel les bases jouent un rôle qui devient petit à petit déterminant à travers les pertes par érosion et lessivage des parties hautes des reliefs. Ces pertes semblent plus liées à la mise à nu des terres, ou pire au labour, qu'au type de végétation, puisque même les terres érodées des savanes présentent des charges sédimentaires moins fortes que ce qui sort à l'exutoire des bassins versants boisés (Brand et Rakotovoao, 1998).

Si on se penche de plus près sur la production et le cycle des nutriments pendant une période de culture-jachère, donc sur un intervalle de temps et de jachères voués à l'agriculture, le chap. 4.3.5 nous pousse à nous concentrer sur d'autres nutriments que les bases. En effet sans tenir compte des compartiments de stockage, après l'âge, ce sont le potassium contenu dans la litière et la végétation, l'azote de la litière, le phosphore du sol et enfin l'azote contenu dans la végétation qui sont les mieux corrélés avec la biomasse, avant la somme des bases échangeables du sol. Ces 3 éléments ont toujours été considérés déterminants pour l'agriculture (White, 1997), non seulement pour la productivité des jachères. Contrairement à N, P et K semblent intouchés par le feu (P serait, selon Kauffman et al., 1993, également sujet à volatilisation en

fonction des types de feu, mais cette constatation n'a généralement pas été confirmée : Ewel et al., 1981 ; Jordan, 1985 ; Whitmore, 1998 citent tout de même des pertes de cations comme aérosols). Alors que P se mobilise rapidement en milieu acide, N et K sont labiles et sujets au lessivage.

Les compartiments dans lesquels on retrouve N et K nous indiquent que leur disponibilité dans le sol n'est plus déterminante au moment de l'observation, pour la production, mais qu'elle l'a été, en particulier pour K qui a pu être capté dans la végétation des jachères et se retrouve dans la litière. Si cela a été possible, il est fort probable que le site n'a pas connu de trop fortes précipitations, de trop forts lessivages ou qu'il a bénéficié d'un sol fertile ou durablement enrichi par des apports des zones supérieures. En effet, sa rétention par les argiles restera faible au vu de la fraction de kaolinite dominante.

Le rôle de l'azote dans la décomposition de la litière, à travers le rapport C/N, est bien connu. Sa corrélation avec la biomasse pourrait indiquer une forte dépendance de la jachère en croissance des éléments progressivement libérés par la matière organique. Sa présence dans la végétation, au même titre que K, indique l'importance pour la végétation de jachère de pouvoir assimiler les nitrates « avant qu'ils ne s'en aillent », c'est-à-dire que pour ces deux éléments, la conservation des stocks dans des parties organiques vivantes ou mortes (malgré la grande réserve de N total dans le sol, dont on ne connaît pas la proportion organique ou minérale) sera favorable à la durabilité de leurs cycles.

Le phosphore est plus stable mais également beaucoup plus rare de manière générale, notamment parce que les apports des précipitations sont faibles, mais le phénomène est particulièrement marqué dans les sols de la zone d'étude. Les hydroxydes de fer et d'aluminium ont un pouvoir absorbant plus élevé que les argiles ou les acides humiques, et les dangers de rétrogradation sont importants. La rhizosphère et certains micro-organismes (Graustein et al., in Jordan, 1985) jouent un rôle important pour les éviter : ces organismes vivants peuvent dégager des substances « chélatantes » pour Fe, Al et Mn qui empêchent une trop grande « insolubilisation » du phosphore. La répétition des cultures influence beaucoup la quantité de matière organique qui est directement corrélée avec le phosphore assimilable par les cultures ou les plantes, car c'est par elle qu'il peut arriver dans la rhizosphère mince de ces jeunes plantes. Cette relation a été illustrée pour la région par la figure 42 (axe 2 de l'ordination). Comme ce cycle dépend d'organismes touchés par le feu, les carences en phosphore peuvent rapidement devenir un problème pour l'agriculture tropicale (Olson et Engelstad, 1972). Cet élément, à Beforona comme en Inde, est principalement perdu par ruissellement plutôt que par lessivage. Proportionnellement, il suit directement, sous culture et végétation secondaire, les pertes de Ca.

Si on reprend en résumé les effets tant négatifs que positifs du brûlis, on peut tenter, en abandonnant la distinction des groupements végétaux, de suivre l'évolution des divers nutriments dans un cycle moyen de culture sur brûlis (voir chap. 4.3.6), en se concentrant sur la régénération des jachères de Beforona et en les comparant à d'autres données. La période de décomposition de la végétation, une fois le défrichement réalisé, n'a pas été suivie de manière ciblée, mais on sait que divers nutriments, surtout les plus mobiles comme N et K, de même que P (Ewel et al., 1981) sont partiellement décomposés et ne seront donc pas brûlés. C'est une phase de nitrification et de lessivage relativement atténuée par le couvert du sol et par la période plutôt sèche qui précède les grandes pluies.

A Beforona, nous avons repris les mesures après le brûlis. Dans les cendres, C et N ont logiquement diminué à cause de la volatilisation, Ca et P restent stables (et sont donc concentrés dans les cendres, contrairement aux résultats de Kauffman et al. (1993) qui citent des pertes de 36kg/ha de P par volatilisation puis érosion éolienne), alors qu'étonnamment, Mg, et plus logiquement K présentent des pertes. Il est probable que K a déjà été minéralisé avant le brûlis : sa quantité dans le sol double alors que nous trouvons des pertes de 80% entre les contenus de la végétation de jachères et des cendres. Dans le sol, la matière organique n'a pas trop été touchée, l'azote a diminué (lessivage des nitrates) alors que hormis K, les bases ont plutôt régressé. Il est probable que Ca est encore resté mobilisé dans les restes incomplètement calcinés et qu'il y a eu un lessivage de Mg (si on tient compte des données de Uhl et Jordan, 1984) après le brûlis. **Par contre, l'augmentation de P confirme que l'augmentation du pH et son effet sur la teneur en phosphore assimilable du sol sont les avantages majeurs de la mise en culture par *tavy*.** Pendant la période de culture, les pertes semblent balancées par les apports en nutriments des restes de brûlis.

L'évolution des nutriments du système sol-végétation démontre une régénération des sols diverse selon les éléments (chap 4.3.6). A Beforona, la somme des bases échangeables (SBE) décline pendant environ 4

ans car elle s'accumule dans la végétation. Après une diminution de la teneur de tous les nutriments pendant les 9 premiers mois, Szott et Palm (1996) ont observé le même phénomène pour les bases pendant 53 mois sur des Ultisols d'Amazonie péruvienne, avec une certaine stabilisation en fin de période. A Beforona, les bases échangeables connaissent une amélioration subite après 4 ans de jachères, qui correspond aux tendances générales présentées par Reading et al. (1995). Cette augmentation est également observée pour la matière organique. Une différence notable est observée dans l'évolution de P et K par rapport aux autres éléments ; Szott et Palm (1996) présentent un pic à env. 30 mois de croissance avant une nouvelle diminution. Szott (comm. pers.) a également constaté une augmentation de la teneur en Al après environ 2 ans, sans pouvoir l'expliquer. A Beforona, P est encore élevé à 1 an, présente son niveau le plus bas à 2 ans pour ensuite présenter la même évolution avec un pic à 3 et 4 ans puis une nouvelle baisse de 5 à 10 ans. Il est probable que ces variations étaient liées d'une part aux précipitations et d'autre part à différentes dynamiques de « restitution » par la biomasse (décomposition des plantes annuelles ou bisannuelles, des feuilles puis d'autres composantes ligneuses).

Les nutriments apportés au sol proviennent principalement des précipitations (nutriments non interceptés par la canopée ou s'écoulant par le tronc), de la décomposition de la roche-mère et bien sûr de la végétation. Dans un exemple cité par Bruijnzeel (1991), les apports de la roche mère sont même 5 à 10 fois supérieurs à ceux des précipitations. Dans la région de Beforona, en fonction des précipitations, ces deux types d'apports ne varient probablement que peu pendant la période de croissance de la jachère. Les variations citées proviennent plus probablement de la végétation, pour laquelle Proctor (1987) a distingué deux catégories de flux : relativement rapides, pour les apports par précipitation, par des feuilles, des fleurs et des fruits, et les flux plus lents qui proviennent de la décomposition des branches ou troncs ainsi que des transferts de nutriments depuis la roche-mère.

Les *turnovers*, ou vitesses de décomposition de la litière, varient en fonction du type de litière, mais également en fonction du climat général. Les forêts de montagne présentent, pour les feuilles et la litière fine, des coefficients de décomposition (*turnover coefficients* = chutes de litière ($t \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$)/litière à terre ($t \text{ ha}^{-1}$)) en principe plus lents que dans les plaines chaudes. De manière générale, les feuilles présentent des concentrations plus élevées que les parties ligneuses, à Beforona de 2 à 8 fois plus que pour les parties ligneuses. Les parties ligneuses non-brûlées vont donc représenter un blocage utile pendant les grandes pluies d'une partie des nutriments.

La baisse générale des nutriments du sol, jusqu'à 2 ans de jachères, représente la période pendant laquelle des nutriments sont libérés en faible quantité par la jachère mais sont par contre rapidement assimilés en début de croissance de la jachère. Le sol est donc acidifié par la végétation elle-même pendant cette phase et la baisse du pH entraîne une augmentation du taux d'aluminium. Passé cette période, l'apport de litière reprend de l'importance grâce à une litière normalement rapidement décomposée, qui est corrélée avec la disparition des espèces herbacées de recolonisation. C'est peut-être ce stade qui explique un « pic » de phosphore et éventuellement de potassium, soit des éléments relativement mobiles, à 3-4 ans avant que les bases (Ca et Mg surtout) ne soient libérées dès 4 ans de jachères à travers des *turnovers* plus lents. La durée de la période de diminution générale des nutriments du sol est plus longue dans les zones de montagne, comme à Beforona, que dans les sites de plaine, ce qui expliquerait certains décalages de l'évolution des nutriments du sol, notamment par rapport à Szott et Palm (1996) au Costa Rica. Les paysans attendent en moyenne 5 ans avant de remettre les sites en culture, ce qui pourrait indiquer que l'augmentation de la matière organique, voire des bases, pourrait être tout de même décisive au niveau des nutriments (sinon, le sol semblerait meilleur par rapport à P et K à 3-4 ans). Il est pourtant probable que l'effet des systèmes racinaires et de la matière organique sur la structure et la microfaune sont également déterminants, si on en juge à la faible relation entre les bases et la production des jachères.

Comparaison générale des contenus en nutriments

Pour finir cette conclusion écologique, mais également pour revenir au but premier des jachères, c'est-à-dire de favoriser une nouvelle mise en culture, essayons tout d'abord de comparer les valeurs mesurées à Beforona avec d'autres informations (Figure 58).

Fig. 58 : Comparaison des stocks en nutriments de la biomasse, la litière et du sol à Beforona et dans divers sites tropicaux.

SITES	Voh	Fier	Sal	Mar	Vèn	Peru	India	Con	Nig	Thai	Co-R	Thai	Sar
Age	5	5	5	°°°	5	53 m.	5	5	6	7	8/70	10	10-15
Biomasse (t/ha)	35	17	16	19	40	-	-	77	32	28	52	52	32
N (kg/ha)	184	115	100	163	168	300	140	307	157	143	471	207	132
P (kg/ha)	10	9	13	26	8,4	18	20	20	17	16	15	25	6
K (kg/ha)	341	263	306	175	79	147	190	324	135	180	468	197	208
Ca (kg/ha)	115	68	62	57	96	121	80	216	110	142	390	365	117
Mg (kg/ha)	33	44	62	57	27	34	70	-	83	35	84	49	24
Biom. rac.	-	-	-	-	21%	-	-	29%	22%	-	6%	-	13%
Litière (t/ha)	11	7	6	-	5*	-	-	10°°	14°°	-	16°	5	10
N (kg/ha)	89	35	17	-	69	101	8	80	154	-	219	37	137
P (kg/ha)	2	2	1	-	2	5	1	3	10	-	5	5	4
K (kg/ha)	207	23	26	-	6	20	1	20	39	-	84	15	20
Ca (kg/ha)	19	13	15	-	31	43	5	76	120	-	205	59	152
Mg (kg/ha)	14	12	33	-	14	13	4	-	64	-	35	3	19
Sol (g/cm ³)	0,96-1,05			-	1,11	***	-	-	-	-	0,54	-	-
C (kg/ha)	116800			73721	39960	101000	-	-	-	-	47290	67970	59945
N (kg/ha)	9600			6186	1188	6282	11100	2900	-	3700	3310	5520	3491
P (kg/ha)	10			7,8	144**	40	10	19	25	31	1,4	2,9	25,7
K (kg/ha)	86			95	22	286	570	359	315	302	84	265	538
Ca (kg/ha)	1228			294	8	325	800	100	2136	1100	513	1173	983
Mg (kg/ha)	644			168	8	114	1080	53	225	376	100	216	406
Profondeur	20cm			-	10cm	45cm	40cm	12in	12in	-	8cm	25cm	25cm
Références				7	1	2	3	4a	4b	4c	5	6a	6b

1) Venezuela, Uhl et Jordan, 1984 ; 2) Peru, Szott et Palm, 1996 ; 3) India, Toky et Ramakrishnan, 1981 ; 4) a) Congo, b) Nigeria, semi deciduous forest, Nye et Greenland, 1960, c) Thailand, Zinke et al., 1978, 4 c in Kyuma et al., 1985, 5) Costa Rica, 1981, Ewel et al., 1981 :6) a) Thailand (mousson), 6b) Sarawak, Andriess et Schelhaas, 1987, 7) Messerli et Rakotonarivo, Marolafa.

*sans compter les restes de bois (68 t/ha !) ; ** P total ; ***valeurs totales calculées sur la base d'une bulk density moyenne=1,1 t/m³ ; °indiqué par « dead » ; °°=dead + litter, 1acre=0.404ha, 1livre=0.453kg, 1lb/acre=1,121kg/ha. °°° Jachère mûre à *Lantana-Rubus*, à *Rubus-Aframomum* et à *Lantana* homogène.

Même si elles se situent parmi les plus jeunes de la comparaison, les jachères de Beforona présentent des biomasses relativement basses par rapport aux autres sites. Il est possible que la plupart des autres recherches se soient concentrées sur des jachères postforestières typiques, à composantes ligneuses, mais il est aussi probable que la végétation malgache serait en général moins productive qu'ailleurs (on peut tenter un parallèle avec la faible compétitivité des espèces locales par rapport aux introduites). Cette faible production se répercute sur le contenu des nutriments stockés dans la végétation, à l'exception de K. La végétation du site de Sarawak, sur l'île de Bornéo, présente des similitudes malheureuses puisqu'elle est plus âgée mais ne stocke qu'une quantité très limitée de nutriments. Si la quantité de litière produite à Beforona semble plus ou moins comparable aux autres sites, le contenu en nutriments paraît à nouveau généralement plus bas que sur les autres relevés, en particulier pour Ca et Mg.

Elément important du sol, le carbone (directement lié à la matière organique) est disponible en quantités importantes dans les sols de condition moyenne à Beforona. En considérant les concentrations et certaines indications estimées par Pagel et al. (1982), les valeurs de C et N sont même très élevées, et leur relation (teneur en N \cong teneur en MO/20) est bonne (cf. Brand et Rakotondranaly, 1997). Les nutriments P et K des sols de Beforona semblent par contre en deçà de la moyenne des sols sous jachères après brûlis. De plus, nous avons vu dans le chap. 4.3.5 que le phosphore du sol, le potassium de la végétation et de la litière (dont les quantités sont par contre dans une bonne moyenne dans la végétation) sont corrélés avec la production de biomasse.

Par contre, l'azote du sol semblait également corrélé avec la production de biomasse alors que N présente des valeurs élevées, comme on en retrouve seulement dans l'exemple de Toky et Ramakrishnan (1981) pour une plus grande profondeur. Les valeurs de N pour la végétation et la litière ressortaient également, ce qui pourrait indiquer une lacune dans les possibilités d'analyses ne considérant que l'azote total du sol. Dans l'ensemble, ces difficultés d'interprétation pourraient aussi confirmer certains problèmes d'analyses pour N (quelques valeurs fortement surévaluées), K et Mg du sol (voir le chap. 3, état de la recherche).

Une tendance générale de corrélation entre les éléments du sol et de la végétation semble apparaître : plus ils sont déficitaires dans le sol, plus ils se trouvent en quantité élevée dans la végétation (K pour Beforona, N pour le Costa Rica par exemple). Ca et Mg à Beforona présentent la tendance inverse : ils apparaissent en quantités comparables aux autres dans le sol alors que les contenus de la végétation y sont limités par rapport aux autres jachères. Il faut traiter avec prudence les données des bases de Beforona si on veut pousser la comparaison puisque les valeurs semblent à nouveau élevées. En effet, même si la capacité d'échange cationique est grande dans les premiers centimètres du sol, la valeur moyenne (4,8mval) de Beforona est classée dans les catégories les plus basses de Pagel et al. (1982) (cf. Brand et Rakotondranaly, 1997), comme pour d'autres ferralsols dont l'argile d'une part est en grande partie formé de kaolinite et d'autre part s'accumule plutôt dans l'horizon B.

Ces tendances de corrélations entre stockage biotique et abiotique démontrent pourtant qu'il est important de considérer, dans des réflexions de durabilité, l'ensemble du système sol-végétation voire de la station écologique. Cette conclusion laisse songeur par rapport à la présence de plantes qui accumulent certains nutriments plutôt que d'autres. Ramakrishnan (1992) signale un bambou des zones secondaires, *Dendrocalamus hamiltonii*, comme accumulateur de potassium, et on utilise une autre plante pionnière et colonisante, *Tithonia diversifolia*, pour son potentiel d'assimilation de phosphore (Rao et al., 1998). Par rapport à une réelle amélioration de la durabilité d'un système sur brûlis, ces plantes devraient idéalement être efficaces pendant les périodes de pertes par lessivage, avoir la faculté de libérer des éléments qui seraient sinon mobilisés ou de manière générale, être pourvues d'une profondeur d'enracinement qui permettrait une augmentation des quantités de nutriments assimilés. Les plantes intéressantes pour des jachères améliorées devront avoir une germination puis une croissance rapides et une productivité élevée. Elles doivent donc avoir un caractère pionnier affirmé et elles se recruteront en fonction de leurs particularités, surtout de rétention et d'apports de nutriments dans le système. D'après les éléments P et K qui semblent déterminants pour la production végétale, ce sont à Beforona en particulier *Lantana camara* et *Psiadia altissima* qui démontrent les concentrations les plus élevées, alors que *Solanum torvum* et *S. angiviv*, des plantes de jeunes jachères, présentent des teneurs importantes en azote. *Trema orientalis*, grâce à ses nodules racinaires (Carlowitz, 1991), et d'autres espèces arbustives secondaires, moins fréquentes et nécessitant par conséquent une gestion probablement plus intense, pourraient être analysées dans ce sens, notamment les arbustes communs dont les mycorhizes pourraient améliorer la disponibilité en phosphore du sol. En résumé, c'est surtout à travers une meilleure connaissance des cycles des nutriments et des *turnovers* que l'utilisation de la biomasse de ces plantes pourra être combinée avec les périodes culturales déterminantes. Swift et al. (1980), repris par Myers et al. (1994), citent le « principe de synchronisation » qui nous semble crucial dans l'aspect écologique de la culture sur brûlis : la libération des nutriments livrés par les composantes épigées et racinaires peut être synchronisée avec les demandes de la croissance végétale.

Les aspects agricoles

Une fois la jachère coupée et brûlée, le choix agricole concerne le type d'associations et de rotations culturales. De ce point de vue, le système ancestral du *tavy* est resté assez simple à Beforona : sauf après les premiers défrichements en zone forestière, une seule culture de riz est effectuée, avec parfois quelques pieds de maïs éparpillés en bas de pente et quelques cucurbitacées (*voatango*). On observe parfois également une deuxième culture, moins exigeante que le riz, comme le manioc ou encore plus souvent les patates douces. Il n'est actuellement pas question d'apports d'intrants à Beforona, mais le choix des semences est analysé par les paysans.

Les causes généralement citées pour expliquer la diminution des rendements sont d'une part les nutriments, en particulier le phosphore et les facteurs de perte comme l'érosion ou le lessivage, d'autre part des facteurs biotiques comme des risques d'invasion par des insectes ou autres animaux nuisibles mais surtout par des mauvaises herbes. Le débat sur la définition des causes principales d'abandon semble un peu vain pour Beforona puisque les deux processus, la « rudéralisation ou l'invasion des herbacées » et

la dégradation des conditions pédologiques sont parallèles. En effet, la dynamique est telle que plus un nouveau champ sera cultivé, plus il sera entouré par des sources de diaspores de mauvaises herbes provenant des jachères avoisinantes. Ce n'est donc qu'en milieu forestier relativement reculé que cette répétition ne sera limitée que par les éléments chimiques, alors que plus tard, les deux facteurs seront concomitants. Nous retiendrons donc ici que si les paysans de Beforona changent de culture en deuxième année, il est probable que la fertilité du sol, en particulier à travers la disponibilité de phosphore et la faible capacité d'échange cationique, ne permettra plus un rendement satisfaisant avec du riz. S'ils continuaient les cultures, la baisse de fertilité couplée avec la présence assurée de mauvaises herbes dans les zones rudérales pourrait entraîner un changement du couvert végétal et une transition vers des formations herbacées pérennes (exemple des substances allélopathiques produites par *Imperata*). Cette situation ne permettra plus qu'une restauration partielle et lente des conditions de fertilité (chimique et physique). Jordan (1985) va même jusqu'à un lien direct : il prétend que c'est lorsqu'il n'y a que de faibles taux de phosphates disponibles que les mauvaises herbes des successions secondaires envahissent le terrain de culture, peut-être grâce à des associations mycorrhizales mieux adaptées ou une cinétique d'assimilation racinaire plus lente mais plus efficace (Chapin, 1980).

Malgré l'importance cruciale du sarclage, les rendements moyens de riz pluvial suivent la même tendance que celle qui a été présentée pour les jachères: les rendements sont les plus élevés dans le terroir boisé. Pendant la récolte de 1993 (Rabevohitra et Randriamboavonjy, 1997), les rendements moyens étaient de 1830 kg/ha de paddy sec à l'air à Vohidrazana, contre 1289 kg/ha à Fierenana et 1516 kg/ha à Salampinga. Cette différence entre le terroir de Fierenana, intermédiaire, et le terroir de Salampinga, savanisé, peut paraître étonnante mais il faudrait pour mieux refléter la réalité présenter les rendements par hectare à l'échelle du terroir. En effet, dans la zone dégradée, seules les sites de bas de pente, voire de mi-pente, sont encore mis en culture et ceux-ci ont bénéficié des apports de terres et de nutriments des sites plus élevés.

Sans encore entrer dans une réflexion adaptée aux conditions et habitudes sociales de la région de Beforona, une amélioration du *tavy* sur le plan agricole semble devoir passer :

- par une diminution des pertes de nutriments au début des pluies, lorsque le sol est nu, que la culture germe et que les nutriments sont rapidement lessivés (par exemple suppression du feu et paillage) ;
- par une augmentation des capacités de rétention et d'assimilation des nutriments pendant la culture puis la jachère (par exemple plantes de couverture) ;
- et enfin, pendant la période culturale, par une amélioration de la disponibilité du phosphore et des bases. Comme le phosphore est lié à la matière organique, un paillage en deuxième culture, provenant de l'extérieur du site, pourrait avoir un effet sur l'invasion de mauvaises herbes (selon Jordan, 1985).

De manière générale, l'abandon du feu présente énormément d'avantages pour éviter les pertes par volatilisation (de l'azote surtout) et pour une libération plus régulière et continue des nutriments. Comme c'est surtout l'effet du feu qui entraîne la disparition des espèces secondaires forestières au début des mises en culture par brûlis, son abandon aurait bien sûr un effet sur la succession régressive de la végétation, et par conséquent sur l'apparition des mauvaises herbes.

Avec le maintien de la mise à feu, la rétention des nutriments après le brûlis dépendra surtout du couvert du sol et des plantes qui pourront assimiler ces nutriments. Avec ou sans feu, un site nu situé au milieu des cultures sera envahi par certaines « mauvaises herbes ». La répétition des cultures et la durée des jachères sont déterminantes pour la quantité d'adventices du prochain champ. Mais ces adventices sont-elles réellement mauvaises ? De Rouw (1991) a clairement expliqué que ces « mauvaises » herbes doivent être éliminées lorsque (et seulement lorsque) les nutriments deviennent déficitaires pour la culture. La biomasse sarclée devrait rester au sol pour que les nutriments captés en début de culture restent sur le site. On en revient donc au principe de synchronisation également pendant la culture : il s'agit de trouver un équilibre entre la végétation adventice et les besoins de la culture. A Beforona, les paysans ne sarclent pas *Albizia chinensis* parce que cette légumineuse introduite est connue pour ses effets positifs sur le sol. Un sarclage sélectif de ce type, étendu à d'autres espèces, apporterait des avantages pour le sol ainsi que pour la durée et la production de la jachère. A forte densité, les mauvaises herbes peuvent évidemment concurrencer le riz mais il s'agit de jouer sur la période de sarclage et sur le choix des espèces à sarcler (les « prédatrices » de nutriments). Une autre conclusion de de Rouw (1991) est intéressante d'un point de vue agricole : en cas de pression, une jachère de plus courte durée vaut mieux que la répétition des

cultures pour lutter contre les mauvaises herbes. C'est effectivement la dynamique qui a été suivie dans la région de Beforona.

Pour rester réaliste, on pourra envisager deux voies d'intensification dans la gestion des cultures pluviales : celle d'une jachère à espèces améliorées à croissance et à production de litière très rapide ; et celle d'une répétition pluriannuelle des cultures compensée par des apports d'intrants et suivie d'une jachère normale. En fin de compte, l'intensité de travail supplémentaire déterminera le degré de réussite d'une solution : le sarclage est un travail très intensif et on devra le comparer avec le travail dévolu à un éventuel apport en deuxième culture.

4.4 Plantes utiles et autres cultures du terroir

Certaines parties de ce chapitre se basent sur les Diplômes d'études approfondies de Patrick Ranjatson (1998, chap. 4.4.2 et 4.4.3) et d'Apollinaire Razafimahatratra (1998, chap. 4.4.6), qui ont été encadrés dans le cadre du projet BEMA.

Avant de passer aux résultats d'enquêtes présentés en fonction d'un espace (par exemple les jachères) ou d'une utilisation (bois d'énergie ou de construction), l'ensemble des réponses récoltées pendant les enquêtes permet de donner un survol des cultures ou plantes les plus souvent citées comme utiles (figure 59). Au total, plus de 200 types de ressources naturelles (espèces végétales cultivées ou naturelles, espèces animales et quelques rares ressources minérales) ont été citées (annexe 13).

Pendant les entretiens, les agriculteurs de Beforona ont généralement pensé aux plantes cultivées qui caractérisent (ou qui peuvent être cultivées dans) les espaces traditionnels, sauf pour la forêt et les savanes, à savoir :

- le riz (évident) et le manioc pour les jachères mises en culture,
- les fruitiers, le manioc et la canne à sucre pour les *tanimboly*,
- l'eucalyptus et le pin pour les reboisements,
- ainsi que les taros et diverses plantes « à fibres » (*raphia*, *Cyperaceae*, bambous) pour les bas-fonds et bords de ruisseau.

Fig. 59 : Les cultures et plantes les plus souvent citées lors des enquêtes relatives aux plantes utiles

1. Bananier	6. Canne à sucre	11. Raphia	16. Ananas
2. <i>Dingadingana</i> (<i>Psiadia</i>)	7. Taro	12. <i>Boza</i> (<i>Albizia</i>)	17. <i>Arefo</i> (<i>Eleocharis limosa</i>)
3. <i>Harongana</i> (<i>Harungana</i>)	8. Avocatier	13. <i>Hirihitsika</i> (<i>Weinmannia</i>)	18. <i>Ampalibe</i> (Jaquier)
4. Caféier	9. Manioc	14. Litchi	19. Oranger
5. Eucalyptus	10. Bambou	15. <i>Herana</i> (<i>Cyperus latifolius</i>)	20. <i>Tenina</i> (<i>Imperata</i>)

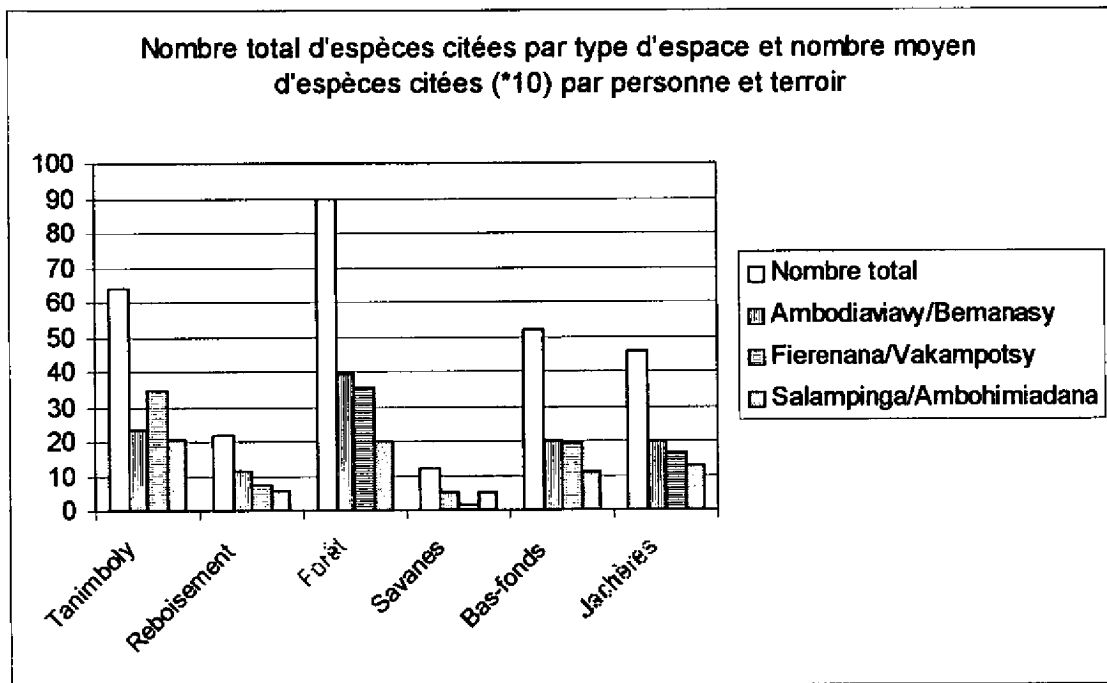
Tout d'abord, on remarque parmi ces 20 espèces les plus citées une majorité d'espèces cultivées, avec bien évidemment à l'arrière plan le riz, qui a été tu mais qui aurait été cité pour les jachères si le sujet n'avait pas déjà été discuté auparavant. Les bananiers, caféiers et les fruitiers (avocatiers, litchis, jaquiers et orangers) illustrent une certaine habitude de diversification culturelle dans les *tanimboly*. Les champs de canne à sucre et de manioc les entourent souvent, mais ils sont cultivés en monoculture et sans couvert arboré. Dans les jachères, *dingadingana* et *harongana* forment les deux espèces ligneuses des espaces secondaires qui procurent une grande partie du bois de chauffe paysan et des produits de pharmacopée (Samyn, 1999). Les cinq premières espèces les plus citées par les ménages caractérisent à elles seules un espace traditionnel : dans l'ordre, *tanimboly*, jachères mûres et reboisements. Le taro, les bambous et le raphia sont dépendants de zones humides ; ils représentent les plantes les plus utiles des bas-fonds ou bords de ruisseau, avec les *Cyperaceae* artisanales des marécages : *herana* (*Cyperus latifolius*) et *arefo* (*Eleocharis limosa*). *Raphia* et *Cyperaceae* sont tressés ou tissés dans la région. *Weinmannia* est le seul genre forestier d'usage courant régulièrement cité, bien sûr pour les forêts relictuelles, et *Imperata* est une des rares espèces utiles des savanes (pour la confection de toits de chaume de qualité rudimentaire).

C'est en complément aux cultures que la collecte de nombreuses espèces naturelles continue à jouer un rôle dans les habitudes d'autosuffisance des populations locales. Les espèces ligneuses communes pour la construction et l'énergie, les espèces utiles au tissage de nattes, rabanes et divers sacs ou chapeaux, ainsi que les plantes médicinales permettent aux paysans de se protéger ou par exemple d'offrir des dots de

mariage (nattes et sacoches tissées). Généralement, ces produits naturels n'entrent pas dans un circuit commercial, même après transformation.

Dans la figure 60, on remarque plus facilement la diversité des espèces qui sont généralement utilisées dans chaque type d'espace. Savanes et reboisements offrent logiquement une palette limitée d'espèces utiles ; au total seules 10 à 20 espèces y sont utilisées. Quant aux jachères, bas-fonds et *tanimboly* (un espace cultivé !), ils hébergent 50 espèces connues et valorisées. La population de la région de Beforona cite en moyenne encore deux espèces régulièrement récoltées dans les forêts relictuelles et une palette globale de plus de 90 espèces utiles. Pour chacun des espaces, la quantité d'espèces utiles connue est corrélée avec l'état général des ressources de chaque terroir, c'est-à-dire qu'elle diminue logiquement avec l'ampleur de la dégradation due aux répétitions de brûlis.

Fig. 60 : Nombre total d'espèces utiles citées en fonction des types d'espace et nombre moyen d'espèces cité dans chaque terroir



4.4.1 La gestion traditionnelle des jachères : plantes utiles et type d'utilisation

La signification rituelle de certains sites de jachères et de quelques plantes

Sur le plan symbolique et culturel, l'utilisation des jachères la plus importante est celle du *sembotrano* (voir chap. 4.2.1). Les *Betsimisaraka*, comme les autres ethnies malgaches, vouent un culte aux ancêtres qui est central dans leur vie sociale. A la période de mise en culture du *sembotrano*, le chef de village (*tangalamena*) prendra son « bâton rouge » ou « canne sacrée », souvent du *hazomena* (*Khaya madagascariensis*), et ira prononcer une prière aux ancêtres. Sur les sites de *sembotrano* et de *jinjanaomby*, qui couvrent des surfaces variables (en moyenne environ 5-10% des terroirs), seule la culture du riz est permise. Le *tavy* représente la culture des ancêtres et son importance culturelle est encore confirmée par d'autres rites qui prouvent les liens entre la croyance traditionnelle et cette pratique agricole. La valeur culturelle de l'espace jachère est donc indirecte puisque c'est la culture qui semble sacrée.

Par contre, il existe une signification mystique de certaines plantes qu'on rencontre en jachère: *Dracaena reflexa* est appelé *hasina*, qui veut dire sacré ; *kitrana* (*Neyraudia madagascariensis*) est utilisé dans certains rites (circoncision) puis conservé dans la maison. Ranjatson (1998) cite d'autres espèces, utiles notamment pour assurer de bonnes récoltes. J. P. Abraham (comm. pers.), un forestier botaniste très proche de la nature et qui était considéré en quelque sorte comme un médium, expliquait qu'il existe des génies forestiers protecteurs de la Nature. D'après lui, ces génies signalent leur présence à travers des

apparitions directes ou par certains arbres ou sites particuliers qui les hébergent et qui présentent des formes inattendues. Ces sites sont craints par la population qui normalement les évite.

Les utilisations communes des jachères

Les autres jachères sont en principe déclarées par les *Betsimisaraka* comme bien communautaire, même si on a vu que les cultivateurs accèdent généralement à des champs qu'ils cultivent personnellement ou qu'un parent direct a utilisé auparavant. Par contre, l'accès aux produits naturels des jachères est communautaire. Comme le riz n'est planté que pendant une saison, le début de la jachère (*ramarasana*) peut laisser place à d'autres cultures, normalement moins exigeantes. Le manioc et la patate douce sont les cultures les plus citées (figure 61) alors que les *Solanum americanum* et *S. anguivy*, utilisées comme brèdes, sorte de condiments pour le riz, sont subspontanés et ne résultent pas de plantation. Egalement citées, les plantations de maïs ou de canne à sucre s'observent en réalité sur les bas de pente des champs de riz, en cultures associées. Ces productions sont donc limitées ou alors prédisent une installation ultérieure de cultures pérennes. Les haricots pourraient néanmoins représenter une rotation intéressante du point de vue nutritionnel, en combinant si possible l'installation de la jachère avec leur plantation.

L'utilisation des jachères plus âgées est essentiellement liée à la production de bois de feu et de construction. Tenant compte de la retenue traditionnelle à parler de plantes médicinales, les 11% cités comme fonction de la jachère ne doivent pas être sous-estimés et les études en cours démontrent qu'au moins 2/3 des espèces de jachères ont des propriétés médicinales (Rakotonarivo, comm. pers.). Le rôle de l'*Albizia chinensis*, introduit comme fertilisant et subspontané, est cité : ce sont surtout ses facultés de croissance et de propagation rapide qui l'avantagent. Toutes les espèces citées en figure 61 représentent des essences secondaires dont le potentiel de gestion mérite d'être plus étudié. Les espèces les plus citées sont également fonction du terroir étudié : *Psiadia*, *Harungana* et *Weinmannia* (endémiques sauf *Harungana* qui a été naturalisé en Afrique) sont citées à Vohidrazana; *Psiadia*, *Harungana* et *Albizia chinensis* à Fierenana; *A. chinensis*, *Psiadia* et *Psidium guajava* à Salampinga. On observe que les espèces introduites et subspontanées remplacent progressivement les espèces naturelles dans les usages traditionnels.

Fig. 61: Rôles et espèces utiles des divers types de jachères

<i>Ramarasana</i> (1 an après la culture)	%	<i>Savoka</i> (jusqu'à 5 ans)	%	<i>Savoka mody</i> (vieilles jachères)	%
Source de nourriture	86	Feu	37	Maison	62
Pâturage	6	Maison	26	Feu	26
Argent (cult. de rente)	5	Nourriture	15	Clôtures	12
Rémanents de brûlis	3	Santé	11		
		Cordes (lianes/écorces)	7		
		Artisanat	2		
		Pâturage	1		
24 espèces citées		46 espèces citées		17 espèces citées	
Manioc	48	<i>Psiadia altissima</i>	68	<i>Weinmannia spp.</i>	63
Patates douces	45	<i>Harungana m/sis</i>	58	<i>Harungana m/sis</i>	50
<i>Solanum americanum</i>	43	<i>Albizia chinensis</i>		<i>Macaranga spp.</i>	38
			32		
<i>Solanum anguivii</i>	21	<i>Dombeya spp.</i>	21	<i>P. altissima</i>	25
Haricots	21	<i>Weinmannia rutenbergii</i>	21	<i>Pachytrophe dimepate</i>	25
Canne à sucre	12	<i>Ravenala m/sis</i>	18	<i>Dichaetanthera spp.</i>	25
Maïs	12	<i>Macaranga spp.</i>	16		
		<i>Trema orientalis</i>	16		
		<i>Psidium guajava</i>	13		
		<i>Dichaetanthera spp.</i>	11		

Nous avons déjà parlé du potentiel d'une deuxième culture après le riz, sur les *ramarasana* et nous y reviendrons dans la discussion. Par contre, la récolte des brèdes subspontanés ne paraît pas assez attractive pour en déduire un potentiel de gestion active. Les utilisations des jachères mûres préoccupent plus la population rurale, en particulier pour la récolte de bois de chauffe, de construction et pour les plantes médicinales.

4.4.2 La consommation de bois de chauffe

Sur le plan des nutriments, nous avons remarqué dans le chap. 4.3.6 que l'exploitation du bois de chauffe n'entraînait pas de pertes trop significatives. Pour les paysans pourtant, l'évolution de la végétation vers une diminution certaine des ligneux implique de plus longs trajets de récolte, et partant, une dépense d'énergie qui n'est pas dévolue à une activité plus productive. Ranjatson (1998) a remarqué que les paysans (les hommes ou les garçons se chargent de la collecte dans 80% des cas) semblaient réduire leur consommation (en moyenne 18 kg/ménage et jour, 7 m³ par an et par ménage) en fonction de l'état général des ressources. Même si les paysans préfèrent les espèces à bois dur, en particulier pendant les périodes humides, ils s'adaptent au combustible dont ils disposent. Ils apprécient beaucoup *Psiadia*, peu *Harungana* à cause des étincelles qu'il produit, mais peuvent tout aussi bien se contenter d'*Albizia* qui est une espèce à bois très tendre.

Les villageois d'Ambodiaviavy, bien que proches d'un grand massif forestier, se servent plutôt dans les anciens reboisements et les diverses jachères à composantes ligneuses qui les entourent plutôt que de grimper environ 200m de dénivellation pour se servir en forêt. A Fierenana, on utilise essentiellement les produits ligneux des jachères, mais on profite également des reboisements et des forêts relictuelles du terroir. A Salampinga, on ne trouve quasiment plus de produits satisfaisants dans les jachères « normales » et les paysans se concentrent donc, dans l'ordre, sur les forêts restantes, les reboisements et les vieilles jachères (8 ans et plus). Les durées moyennes de récolte sont presque identiques à Fierenana qu'à Salampinga, soit 17 et 15 minutes, ce qui est expliqué par la présence de reboisements à proximité de Salampinga. A Ambodiaviavy, les jachères péri-forestières de proximité permettent aux paysans de faire leurs récoltes en 7 minutes.

Lors du défrichage et plus tard après le brûlis de *tavy*, ce sont les tiges ligneuses qui fourniront la plupart du bois de chauffe pendant la période d'habitat au *tavy*, à l'exception de Salampinga dont les jachères sont fortement dominées par des *Rubus mollucanus* et des *Lantana camara* (ces derniers rarement utilisés). Selon la composition des jachères, ces ressources ligneuses pourront couvrir toute la période du *tavy* ou alors être déjà épuisées en février. Dans ce dernier cas, les paysans citent assez étonnamment les surfaces de « *katsakafo* », de feux non contrôlés. On peut se demander, devant les avis contradictoires entendus, dans quelle mesure ces feux incontrôlés sont volontaires ou non. On a souvent remarqué que les lisières de forêt relictuelles étaient petit à petit rongées, sans avoir été défrichées. Elles pourront non seulement servir à la récolte de bois de chauffe, mais aussi d'extension pour quelques mises en culture avant un abandon rapide (ces surfaces se situent sur des sites fragiles qui ne pourront être cultivés que quelquefois avant d'être envahies de fougères ou de graminées).

Ensuite, les jachères sont exploitées principalement pour les tiges sèches sur pied (*tsangamaina*), dans des jachères où *Psiadia* est en phase de décrépitude par exemple. La plupart du temps, ces exploitations ne sont plus possibles dans les vallons familiaux, à jachères intensément cultivées, mais dans des espaces plutôt communautaires comme le *sembotrano*, les forêts relictuelles ou à travers les produits secondaires de reboisement. Une fois que ces tiges sèches sont épuisées ou absentes, les paysans préparent leur bois de chauffe, c'est-à-dire qu'ils coupent quelques tiges pour les laisser sécher (*lazo*), de préférence des espèces qui séchent rapidement comme *Psiadia*, des *Macaranga* ou *Eugenia jambos*. Cette dernière technique est si possible réalisée dans les endroits plutôt communautaires car on peut rencontrer des conflits lors de l'utilisation d'une jachère appartenant à un membre hors du lignage.

En résumé, les habitants de la région de Beforona utilisent logiquement tout ce qui se trouve à proximité de leur habitat, sans distinction importante d'espèces. Ils vont donc d'abord utiliser les produits disponibles dans les jachères (*tsangamaina*) et au *tanimboly* où ils trouveront des branches de caféiers, des caféiers entiers lors du renouvellement et des *Albizia* morts si leur exploitation n'est pas trop risquée pour les cultures avoisinantes. Avec la dégradation, ils vont être forcés de diversifier les espaces de récolte, se concentrant sur les forêts et produits de reboisements à cause de la diminution des composantes ligneuses des jachères. La situation n'est pas perçue comme un problème prioritaire, mais croissant, en particulier pendant l'hiver austral. Les solutions avancées face à la dégradation sont diverses ; elles impliquent souvent plutôt des pratiques de substitution qu'une intensification de la gestion ligneuse, à l'exception de quelques velléités de reboiser.

4.4.3 Les ressources en bois de construction

D'après les enquêtes, elles se trouvent pour la moitié dans les *savoka* ou sur le *tavy* qui y est installé, alors que les forêts et reboisements se partagent l'autre part. Il faut dire qu'une case *betsimisaraka* (illustrée dans Ranjatson, 1998) nécessite divers types de produits. Les piliers, fichés en terre, constituent les parties les plus délicates à trouver, parce qu'ils doivent être résistants à la pourriture. *Weinmannia humblottii* et *Labramia costata* sont très prisées, mais avec la dégradation, on assiste à une utilisation d'espèces introduites comme l'*Eucalyptus*, et plus récemment d'autres espèces plantées comme *Grevillea*, *Albizia* et même des tiges de caféiers. Pour les autres parties en bois, normalement limitées à l'ossature de la maison, c'est plus les dimensions que l'espèce qui seront déterminantes. Le toit et les parois sont généralement faits de matériaux légers, comme des feuilles de ravenales ou des graminées pour le toit, des bambous, des raphias, du bois léger ou du *Pandanus* pour les parois. Pour les cases temporaires de *tavy*, ce sont même des tiges non-ligneuses de *longoza*, *Aframomum angustifolium*, qui peuvent être utilisées.

Comme pour le bois de chauffe, on observe une diminution des ressources utilisées avec la dégradation, et partant, des dimensions des cases. Le volume de bois (4m³) utilisé à Ambodiaviavy pour les cases de village est le double de celui de Fierenana et le quadruple de celui de Salampinga. Les cases de *tanimboly* sont plus précaires que les cases de village et tournent partout autour de 1 m³. De plus, on peut remarquer que les achats de tôles pour les toits sont plus fréquents dans les terroirs de Vohidrazana qu'à Fierenana, alors qu'on en rencontre plus aucun dans les cases de Salampinga.

4.4.4 Les plantes médicinales et autres produits naturels

Plantes médicinales

On estime grossièrement à 60-75% la proportion des plantes récoltées dans le cadre de cette étude qui ont une utilisation pharmaceutique possible, ce qui indique la diversité des soins connus et surtout l'habitude locale d'utilisation des produits naturels. Les espèces des jachères sont beaucoup mieux connues par les paysans que les espèces forestières, et on peut en parallèle distinguer deux types de recours à la pharmacopée. Le premier concerne les symptômes courants, comme les diarrhées, le paludisme, la fièvre et la gale. La majorité des paysans connaît les remèdes courants, qui sont justement la plupart issus des milieux secondaires. Pour des maladies ou des problèmes plus graves, ce sont les « *ombiasy* », les guérisseurs traditionnels, qui essaient de déterminer avec l'aide des ancêtres les potions appropriées. Certains devins-guérisseurs connaissent des remèdes qui nécessitent obligatoirement des plantes forestières, mais la grande majorité ne voit pas l'intérêt de domestiquer ces espèces. On trouvera en annexe une liste des plantes et remèdes courants (annexe 14).

Cordes faites d'écorces et lianes

Les utilisations de cordes faites d'écorce (en particulier de *Dombeya* spp., *hafotra ladia*; *Streblus dimepate*, *dipaty*; quelquefois d'*eucalyptus*) sont courantes. Elles sont importantes dans la construction, fréquentes pour le transport de bois et occasionnelles pour le transport de marchandises au marché. Il n'existe pas de commerce proprement dit, mais il arrive que des habitants de Fierenana en achètent puisque la plupart des jachères péri-forestières hébergeant ces espèces utiles ont disparu. Certaines lianes remplissent les mêmes rôles mais sont jugées plus cassantes si elles ne proviennent pas des vallées forestières humides.

Artisanat

Le tressage ou tissage de certaines espèces herbacées est important dans la vie courante : il permet la confection de nombreuses nattes avec des *Cyperaceae* qui seront utilisées comme tapis ou nappe, d'habits traditionnels avec du raphia (*akanjobe*, la veste, et le *satroka bory*, le chapeau à base ronde et sommet carré), de vans (raphia et ravenale), de divers sacs ou cabas (pour le riz ou d'autres marchandises) et enfin de pièges pour attraper des poissons. Ce sont essentiellement les femmes qui se chargent du tressage et du tissage. Cette pratique revêt une certaine importance pour elles car elle va leur permettre de confectionner des cadeaux à offrir à la famille de leur futur mari. On trouve dans quasiment chaque case un métier à tisser démonté, dont la trame est constituée d'un bois très dur et patiné, et qui occupera une fois monté presque toute la case.

Les nattes forment des articles commercialisables, comme les habits et les vans. Pourtant, ce n'est que sur commande qu'ils seront fabriqués dans la région. Le travail est long et la concurrence est forte puisque quasiment toutes les jeunes filles *betsimisaraka* sont formées au tissage par leurs mères. Cette utilisation est ancrée dans les coutumes et a même entraîné certaines activités de gestion traditionnelle des ressources, puisque que *herana* et *arefo* sont plantés dans les zones marécageuses non cultivées.

Produits aromatiques ou alimentaires

La fabrication de rhum local, le *toaka gasy*, peut correspondre à un revenu complémentaire intéressant et être commercialisé en grande partie dans le village. Dans la région, *rotra* (*Eugenia sp.*) et *voaseva* (*Sabicea diversifolia*) servent d'arômes au rhum brut. Cette fabrication était illégale à Madagascar jusqu'à aujourd'hui au vu des risques sanitaires que la distillation artisanale entraîne mais il est question de la permettre officiellement. Un spécialiste local était intéressé à planter quelques *rotra* (*voaseva* se rencontre abondamment dans les jachères) dans son terrain pour subvenir de manière durable à ses besoins, et la nouvelle réglementation pourrait conférer à certains *Eugenia* de nouveaux potentiels de gestion.

Les brèdes naturels et subspontanés sont les produits alimentaires les plus régulièrement cités, les espèces de *Solanum* sont prisées mais les femmes désirent de plus en plus cultiver des légumes introduits : *fotsy vody*, choux de Chine, etc.

4.4.5 Les forêts relictuelles et reboisements

Les produits du grand massif forestier ont été inventoriés et discutés dans la thèse de Razafy Fara (1999). Sur le plan commercial, il s'agit en particulier de bois d'œuvre et de planches, de pots fangeons (*Cyathea spp.*), d'orchidées (notamment *Angraecum spp.*) et de *Ficus* étrangleurs retirés de leur arbre support qui serviront d'ornements aux habitants de Toamasina ou d'Antananarivo. La plupart de ces produits sont exploités dans la zone forestière, aux alentours d'Ambavaniasy, et vendus au bord de la route nationale. Alors que la gestion des grands massifs demeure une question centrale du développement de Madagascar, en particulier pour les aspects touristiques, aucune gestion rentable n'est actuellement envisagée dans les forêts relictuelles des terroirs étudiés.

Dans les terroirs d'étude, la grande majorité des couverts boisés qui ont échappé au défrichement héberge des esprits ou des sites sacrés : elle abrite des *vazimba* (esprits), d'anciennes tombes ou représente des *tany mahery* (endroits maudits). Le reste des conservations peut provenir de questions agricoles : sols impropres à la culture du riz ou surfaces trop exigües. Ces « micro-forêts », qui forment des bosquets ou quelquefois des forêts écrémées de 2-3 ha au maximum, sont parfois situées au bord des ruisseaux et cascades, sièges d'esprits, mais dans la majorité des cas, les forêts relictuelles, avec ou sans signification mystique, occupent des crêtes pentues à sols rocailleux.

La majorité des villageois désire conserver ces forêts mais ils craignent de ne pas y parvenir face à une minorité de « chercheurs de terre ». Les villageois ne peuvent pas freiner certains migrants, acceptent de laisser des privilèges aux habitants des périphéries des forêts et enfin laissent les jeunes du terroir sans terres profiter de ces terrains communautaires.

Ces forêts comptent entre 15 et 30 espèces de plus de 5 cm de diamètre sur 100 m² (Ranjatson, 1998). Dans les forêts relictuelles de Salampinga (Andranoala) et Fierenana (Bebokony, Ambia et Maroforoana), seuls les *ramy* (*Canarium madagascariensis*, évtl. *C. boivini*) et les *rotra* (*Eugenia cf. gossypium*, *onivonensis*, *phylliraeifolia*, *lugubris*) se rencontrent dans chacune d'elles. Ces espèces ont été mentionnées par quelques paysans pour leurs qualités aromatiques (*rotra*) et comme piliers. Egalement fréquentes et encore plus souvent mentionnées, *lalonkitsika* ou *hirihitsika* (*Weinmannia*) sont, malgré des propriétés médicinales et de teinture (DEF, 1996), d'abord utiles pour la construction, comme *tsitrotroka* (*Dichaethantera oblongifolia*, *D. arborea*).

Des comparaisons entre les espèces inventoriées et les plantes utiles citées, on a l'impression que *Weinmannia*, *Harungana* et *menahy* (*Erythroxylum spp.*) restent les rares espèces à potentiel de gestion active, avec les arbres à écorce et les lianes comme *vahimintina* et *vahizato* ; Ces espèces sont surexploitées dans ces espaces mais elles sont relativement communes et des techniques sylvoles simples pourraient intéresser leurs utilisateurs. En zone forestière, la plupart des habitants mentionnent les

Pandanus (vakoana) pour leurs feuilles utiles dans la construction, ainsi que *merana* et *varongy* (*Brachylaena* et *Ocotea*) pour leur bois. Les personnes questionnées ont souvent, même dans les terroirs fortement déboisés, mentionné des espèces de valeur (palissandre, ébène, etc.) qui ont déjà disparu mais dont elles connaissent la valeur marchande. De manière ponctuelle, des produits alimentaires provenant de récolte (cœurs de palmiers, tubercules), de chasse (tenrec, lémuriers) et de pêche (anguille, écrevisse, etc.) ont été cités, généralement en pensant au massif forestier de Vohidrazana.

Seuls certains produits strictement forestiers ne peuvent trouver de substitution en zone cultivée : les plus régulièrement cités sont *tsiandrova* (*Pauridiantha* sp.), comme plante porte-bohneur à installer sur les *tavy* pour une bonne production (de même que *hazoambo*, *Xylopi lemurica*), et *voapaka* (*Uapaca* sp.) pour ses contreforts dont on peut faire des plateaux qui protégeront les greniers à riz des rongeurs.

Un reboisement appartient à celui qui l'a planté et représente une propriété et du bois de construction privés. A la mort du planteur, il devient l'héritage des descendants mais si ces derniers sont nombreux, le reboisement prend un caractère communautaire (cas d'Ambodiaviavy). Une autre exception se présente s'il a été planté par des salariés engagés autrefois par l'Etat (du côté de Fanovana). A Beforona, les reboisements sont rares et la plupart sont vieux (plantés entre le début et la moitié du 20^e siècle). Beaucoup de paysans, pour ne pas dire la totalité, ont reboisé sous l'influence des colons ou de l'Etat. Par la suite, ils en ont parfois pris l'initiative mais de manière restreinte en raison des risques de sabotage (qui représentent souvent un refus anonyme que le reboiseur s'accapare le terrain) et de vols. De plus, les taux de mortalité des jeunes plants sont élevés à cause des périodes de fort ensoleillement en octobre et novembre. En effet, les plantations ont souvent lieu juste avant cette période car c'est à ce moment que les paysans sont libérés des travaux agricoles qui sont prioritaires. En outre, les conflits peuvent apparaître si un individu estime qu'un arbre planté par un autre se trouve dans le périmètre de ses terres, même s'il s'agit de régénération issue de graines de pieds mères venant d'un autre peuplement.

Avant de couper, les paysans sélectionnent les fûts bien droits et conformes aux diamètres requis, suivant les pièces voulues. La plupart du temps, un maximum de 5 à 6m seulement en moyenne est utilisé par tige coupée dont une grande partie est récupérée pour le bois de chauffe ou simplement abandonnée, ce qui peut être synonyme de gaspillage de bois de construction. Pour le reste, il n'y a aucune considération spatiale de l'exploitation. Il existe cependant une forme de "gestion" locale qui consiste à défricher la parcelle pour le *tavy* en laissant des pieds mères, tout en sachant que les régénérations peuvent reprendre abondamment après la récolte. Les paysans croient en effet que le feu favorise la germination des graines d'eucalyptus.

La plupart des paysans préfèrent d'abord utiliser les ressources communautaires avant d'entamer leurs biens privés. Les reboisements deviennent donc vieux et sous-exploités, alors que les forêts et les vieilles jachères se vident de leurs ressources. Il est très rare de voir des jachères redevenir forêt, mais parfois elles prennent de l'âge. Ces dernières ont été recherchées dans la zone péri-forestière (la seule zone de la région où on en rencontre encore) et les raisons de leur abandon sont directement liées au propriétaire de la jachère : soit il est parti, soit il possède de nombreuses terres plus fertiles ou alors, comme pour les forêts, elles se situent sur des endroits inexploitable pour le riz (mauvais jugement du premier cultivateur).

4.4.6 Les *tanimboly*

Les *tanimboly* arborés sont cultivés sur une longue période et le couvert y est variable mais permanent. On peut parler d'agro-forêts ou de vergers de case qui peuvent durer plus de soixante ans avant d'être renouvelés, ou qui sont rajeunis par parcelle. Ils représentent souvent le noyau d'une surface gérée de manière plus intensive que le reste des terres. Il suffit de considérer les volontés souvent déclarées de partir du village (où on dépense trop) pour résider la plupart du temps au *tanimboly* (où on travaille ses cultures).

En fonction des enquêtes, le nombre de *tanimboly* par ménage oscille entre 1,67 et 1,93, et l'âge moyen entre 10 et 20 ans, les plus récents se trouvant à Salampinga. Les *tanimboly* font encore rarement l'objet d'achat ; 1 à 2 cas ont été notés pendant les enquêtes à Salampinga et Fierenana. Les terres actuellement transformées ont été héritées (surtout dans les terroirs dégradés), ou sont en propriété libre (qui reste plus accessible dans le terroir péri-forestier). Les sites hérités possèdent quelquefois des cultures (17 à 31% des *tanimboly* cités pendant les enquêtes) mais sinon les *tanimboly* sont installés soit après un *tavy* (17 à

36% selon les terroirs), soit plus souvent directement après un défrichement de jachère (43 à 67%), en général sans brûlis.

La première plantation, de bananiers et canne à sucre en très grande majorité, améliore le sol d'après les paysans. Différents types de la variété « batavia » sont cultivés à Beforona : *batavia ambo* (clone Lacatan), *tsiambo tsiiva* (clones Poyo et américaine) et *batavia Iva*. Les bulbes ou leurs rejets sont plantés à des distances de 2 à 5m, en général au début de la saison des pluies. Lorsque ces installations sont proches du village ou de la case de *tanimboly*, elles peuvent comprendre de nombreuses cultures associées : ananas, patates douces, piments, haricots, gingembre, etc. Les bananiers donneront leur première production après 8-12 mois et sur certains sites, ils couvriront le café planté entre-temps. Deux variétés sont utilisées dans les terroirs étudiés : *robusta (kafe botsa)* et *kouillou (kafe malady)*. Les caféiers proviennent de plantules récoltées dans les vieux *tanimboly* (40-80cm) ou de boutures, ces dernières ne permettant des rendements soutenus que pendant 8-10 ans selon les paysans. Ces plantations se font de préférence pendant un jour sombre et semblent possibles toute l'année. L'écartement pratiqué est de 2.5 à 4m, souvent entre les bananiers pré-installés.

C'est ensuite la phase de production de bananes, qui va se poursuivre et pourra être complétée, avec l'âge croissant, de production de café et de fruits, ces derniers étant récoltés surtout vers les cases. En général, les vieux *tanimboly* arborés se retrouvent dans les vallées, certains datant de la colonie, avec une forte densité de caféiers et 20-30% de tiges de bananiers. Les fruitiers les plus couramment cités sont les agrumes (les orangers plus nombreux que quelques pamplemoussiers, mandariniers et citronniers), les avocatiers, les jacquiers, les litchis, les anones « pomme-cannelle » et les néfliers du Japon.

Razafimahatratra (1998) a distingué 7 types de *tanimboly*, en fonction surtout de leur recouvrement et de leur composition (figure 62).

Fig. 62 : Typologie des *tanimboly* rencontrés à Beforona, selon Razafimahatratra 1998, modifié

Composition du <i>tanimboly</i>	Recouvrement	Commentaires
Bananiers et cultures annuelles	Faible (< 100%)	<i>Tanimboly</i> de 1 à 2 ans à cultures associées
Bananiers et caféiers	Faible	<i>Tanimboly</i> de 1 à 6 ans plantés irrégulièrement, à espaces vides (adventices !)
Bananiers, caféiers et >10% de fruitiers	Faible	Avec des densités de tiges variables, ces <i>tanimboly</i> jeunes à vieux se caractérisent surtout par la complexité de leur composition et de leur structure à plusieurs strates, les fruitiers occupant la supérieure.
Bananiers et caféiers	Moyen (100-200%)	Majorité des <i>tanimboly</i> d'âge moyen (2-20 ans)
Bananiers, caféiers et fruitiers	Moyen	Un <i>tanimboly</i> forme ce groupe : des jacquiers ont été plantés en touffe, avec une forte densité et ils représentent >10% des tiges. Avec les avocatiers, ils forment la strate supérieure du site, avec des bananiers et caféiers formant la majorité des tiges et quelques cannes à sucre et taros.
Bananiers, caféiers et fruitiers	Fort (> 200%)	Vieux systèmes plantés dans les années 60, recouverts surtout de caféiers et quelques fruitiers émergents
Caféiers et fruitiers	Fort	Vieux systèmes entourant les villages, sans bananiers et avec des caféiers sénescents et des fruitiers pour satisfaire souvent les enfants du village (espaces restreints à gestion très extensive)

Si on observe l'âge des divers types de *tanimboly* (commentaires de la fig. 62), on remarque que la structure du *tanimboly* évolue avec le temps : après une phase de bananes et plantations annuelles, c'est le café qui domine petit à petit, accompagné selon les choix de plus ou moins de fruitiers. Certains arbres non fruitiers peuvent accompagner les cultures, le plus important étant l'*Albizia chinensis* qui sert d'ombrage au caféier et de légumineuses apportant de l'azote au site (ce dernier point étant largement reconnu par les paysans), et l'*Albizia gummifera*, son homologue indigène qui possède un feuillage plus dense mais un bois plus dur. Razafimahatratra a encore noté la présence de *Trema orientalis* et *Solanum mauritianum*.

Pour beaucoup de vieux *tanimboly*, les caféiers perdent de la vigueur et ils semblent arriver à leur période de révolution alors que leurs propriétaires âgés également n'ont plus même les forces de les entretenir. La

structure du *tanimboly* est également corrélée avec le relief dans les conditions actuelles de Beforona. On retrouve autour des villages et dans les vallées principales les plus anciennes cultures, donc la plus grande proportion de caféiers, alors qu' autour de ces noyaux et en remontant les vallées ou les versants, des compléments et des nouveaux *tanimboly* ont été installés, composés surtout de bananiers et de manioc ou autres plantes annuelles, rarement de caféiers et de fruitiers. La répartition entre café et banane est également dépendante de l'éloignement des villages par rapport à la route nationale ; la proportion de café dépasse en zone enclavée celle des bananes, trop lourdes à transporter (Randrianarisoa, 1999).

La diversité des *tanimboly* est en moyenne plus élevée dans le terroir de Salampinga, le plus dégradé, alors que dans les autres terroirs, certaines initiatives individuelles aboutissent également à des exploitations de plus d'une dizaine d'espèces. Razafimahatratra estime que les habitants de Salampinga sont plus dépendants des revenus de ces fruitiers, vu leur difficulté connue à produire du riz sur les versants.

La figure 63 énumère toutes les espèces utiles dénombrées pendant les enquêtes relatives au *tanimboly* et nous donne une idée de la variété des formes qu'il peut revêtir et de l'intérêt de combiner autour de ce noyau arboré des cultures annuelles qui permettraient d'intensifier la gestion des espaces fertiles de bas de pente ou de versant.

Fig. 63 : Inventaire des plantes citées comme composantes utiles d'un *tanimboly*

Espèces ou plantes cultivées	%*	Cités 2 fois	Cités 1 fois
Banancier (<i>Musa acuminata</i> , akondro)	100	Bambou (<i>Dendrocalamus</i> spp., volo)	Chayotte (<i>Sechium edule</i> , sacoty)
Caféier (<i>Coffea canephora</i> , kafe)	98	Cerisier (carré, <i>Eugenia uniflora</i> ?)	Colatier (<i>Cola nitida</i> , cola)
Avocatier (<i>Persea americana</i> , zavoka)	83	Cocotier (<i>Cocos nucifera</i> , voanio)	Ditevazaha (<i>Camellia sinensis</i> ?)
Canne à sucre (<i>Saccharum officinarum</i> , fary)	74	Eucalyptus (<i>E. spp.</i> , kinina)	Diventy (?)
Litchi de Chine (<i>Litchi chinensis</i> , litchi)	60	Goavontsina (<i>Psidium</i> spp.?)	Ditegasy (<i>Aphloia theiformis</i> , fandramananana)
Ananas (<i>A. comosus</i> , mananasy)	52	Jambosier (<i>Syzygium jambos</i> , makoba)	Ravenale (<i>Ravenala m/sis</i> , fonsty)
Jaquier (<i>Artocarpus heterophyllus</i> , ampalibe)	50	Tubercules (<i>Dioscorea</i> spp., oviata)	Girolier (<i>Syzygium aromaticum</i> , zirofla)
Oranger (<i>Citrus</i> spp., voasary)	50	Pêcher (<i>Prunus persica</i> , païso)	Harongana (<i>Harungana m/sis</i>)
Anone pomme-cannelle (<i>A. squamosa</i> , jaty)	48	Pisitasihazo (<i>Pachira aquatica</i>)	Keliomandra (<i>Div. spp.</i> , <i>Vernonia cinerea</i> ?)
Néflier du Japon (<i>Eriobotrya japonica</i> , bibasy)	45	Poivre (<i>Piper nigrum</i>)	Lady (<i>Streblus dimpeate</i>)
Taro (<i>Colocasia esculenta</i> , saonjo)	45	Tephrosia (légumineuse introduite)	Mandotra (serpent)
Manioc (<i>Manihot esculenta</i> , mangahazo)	40	Citronnier (<i>C. limon</i> , voasary makirana)	Manguier (<i>Mangifera indica</i> , manga)
Agrumes divers (<i>Citrus aurantium</i> , voangy)	31		Miel (tantely)
Albizia (<i>chinensis</i> , boza)	21		Odiandro (<i>Strychnopsis thoursii</i> ?)
Goyavier (<i>Psidium guajava</i> , gavo)	21		Papayer (<i>Carica papaya</i> , papay)
Gingembre (<i>Zingiber officinale</i> , sakarivo)	17		Radriaka (<i>Lantana camara</i>)
Piments (<i>Capsicum</i> spp., sakay)	17		Arbre à pain (<i>Artocarpus altilis</i> , soanambo)
Mandariner (<i>Citrus reticulata</i>)	14		Sompatra (<i>Clidemia hirta</i>)
Pampleoussier (<i>Citrus maxima</i> , angibe)	12		Takasimboalavo (<i>Embelia</i> sp.?)
Patate douce (<i>Ipomea batatas</i> , voamanga)	12		Takoaka (<i>Rubus mollucanus</i>)
Raphia (<i>Raphia rifa</i> , rofia)	10		Cardamone (<i>Elettaria cardamomum</i> , tamotamo)
			Tenina (<i>Imperata cylindrica</i>)
			Ciboulette (tongoloravina)
			Tsontsoraka (<i>Campylospermum lanceolatum</i>)
			Vanille (<i>Vanilla planifolia</i> , vanilla)
			Viha (<i>Typhonodorum</i>)
			Voanjobory, Voanjobolava (pois, grains de légum.)
			Voatango (melons)
			Voatavo (courges)
			Volomborona (<i>Albizia gummifera</i>)

* : Le pourcentage a été calculé en fonction du nombre de citations par rapport au nombre de ménages enquêtés (100% signifie cité par les 42 ménages).

La fertilité des *tanimboly* est généralement reconnue et logique pour les sites de bas de pente. Razafimahatratra (1998) a étudié leur évolution en fonction de l'âge sur des versants de pente moyenne. A un âge moyen, leur composition chimique est devenue meilleure qu'en jeunesse, alors que les sols des *tanimboly* âgés s'acidifient. On peut tenter d'en conclure que les premiers apports de matière organique et le couvert du sol ont dans un premier temps amélioré les conditions chimiques alors qu'ensuite, comme dans le cas d'une forêt, lorsque la biomasse aérienne devient plus dense, une grande partie des nutriments y est fixée.

4.4.7 Les bas-fonds et les plantes utiles

Les bas-fonds ou plus précisément les petites dépressions sont réparties inégalement en fonction des terroirs :

- Dans les terroirs de Bemanasy et Ambodiaviavy, le relief marqué offre une majorité de ruisseaux encaissés et les fonds de vallées (des bords de l'Irihitra, la rivière principale) sont relativement rares.
- La plupart des rizières y sont en friche.
- A Fierenana, la plaine principale est importante et les rizières y sont activement cultivées.
- A Salampinga, la vallée est relativement mince mais les possibilités d'irrigation deviennent une préoccupation paysanne.

Dans la comparaison des réponses obtenues par rapport à l'utilité principale des bas-fonds, les agriculteurs du terroir boisé (Ambodiaviavy et Bemanasy) pensent plus à la pêche, au bois de construction et à l'artisanat qu'à la riziculture. Ceux de Fierenana citent d'abord la riziculture puis le bois d'énergie et de construction avant l'artisanat. A Salampinga, c'est également la riziculture qui domine les préoccupations, et l'orpaillage pour les jeunes. Certaines réponses ponctuelles mentionnent également le rôle des bas-fonds pour le pâturage. Certaines cultures ont été citées, comme la canne à sucre, les bananiers, le manioc et l'*Albizia*, en pensant à une installation de *tanimboly*, ou comme les légumes et des tubercules en se rapprochant plus du maraîchage.

4 à 5 espèces utiles sont régulièrement citées dans chacun des terroirs pour les zones humides : les raphias, les bambous, les 2 *Cyperaceae arefo* et *herana*, et le taro. Alors qu'on peut rencontrer les bambous au bord de cours d'eau encaissés, les autres cultures sont plus souvent dans des petites dépressions humides voire des marécages. Dans la région de Beforona, ces plantes sont presque exclusivement utilisées pour des besoins courants, même si selon des études récentes (Levilain, 1998), les fibres de raphia ont représenté un volume financier d'exportation plus grand en 1995 que les langoustes, juste après les huiles essentielles et le bois. Selon l'auteur, le marché malgache risque de s'écrouler en fonction de la disparition de nombreuses raphières au profit de rizières et pour des problèmes de qualité. En effet, la surexploitation entraîne la diminution des longueurs de feuilles et folioles (dont on prélève l'épiderme supérieur), qui sont justement des indices de qualité.

Les autres ressources citées sont exploitées plus directement :

- Des plantes liées à l'artisanat et la construction de cases: les ravenales comme espèce « à tout faire » et les *jojoro*, *isatra* ou *vilona* liées au tressage comme *herana* et *arefo*.
- Des plantes utiles comme bois d'énergie (*dingadingana*, *harongana*).
- Et enfin certaines espèces animales : anguilles, crabes, écrevisses, tenrecs et petits poissons.

4.4.8 Les savanes (ou pseudosteppes)

Il reste peu à dire au sujet des savanes, régulièrement brûlées et dont les sols ne supportent plus de cultures, sauf dans certains endroits celle de l'ananas. Elles fournissent en particulier du fourrage, et certaines graminées peuvent servir de chaume (*tenina*, *Imperata cylindrica*, et *bosaka*, terme générique donné souvent à *Aristida spp.*). C'est leur mise à feu régulière qui pose un sérieux problème d'interprétation : les paysans eux-mêmes parlent souvent de feux incontrôlés ou de pyromanie due aux jeunes. Certains observateurs se sont également demandé si l'idée n'était pas de transférer une partie des nutriments vers les zones sous-jacentes, pour les *tavy* de versant et les bas-fonds ; d'autres encore pensent que les feux sont liés à des signes de mécontentement. La cause connue pour certaines régions de l'Ile et la plus plausible à Beforona reste liée au pâturage : les feux seraient destinés à rajeunir les pousses de graminées avant le pâturage, sans exclure d'autres possibilités.

5. Aménagement des espaces et gestion des ressources naturelles

Ce chapitre intermédiaire entre les résultats et la conclusion a pour but d'une part de synthétiser les résultats les plus importants (écologie des jachères et utilisation traditionnelle des plantes et des espaces, chap. 5.1), de présenter à l'aide d'une analyse systémique le fruit de nombreuses discussions d'équipe menées au sein de BEMA (chap. 5.2), et d'autre part de valoriser les réflexions qui ont eu lieu avec les villageois (pendant la restitution, chap. 5.3) avant de définir quelques pistes d'aménagement réalistes (chap. 5.4).

5.1 Rappel des principaux résultats et discussion des priorités culturelles paysannes

5.1.1 Les processus principaux du cycle du *tavy*

Le *tavy* représente la culture pratiquée par les ancêtres, intermédiaires entre l'homme et Dieu. Outre cette signification culturelle et celle du riz dans l'alimentation de base, la culture du *tavy* offre d'autres avantages pratiques aux yeux des paysans : elle ne requiert pas de terres particulièrement planes ou irriguées dans le relief accentué de la région, elle résiste relativement bien à l'érosion puisque la structure du sol est quasiment intouchée lors de la plantation, et enfin le brûlis empêche une partie des rongeurs de nuire à la culture. Le système est maîtrisé et ne demande pas d'intrants mais une quantité de travail importante en jours et en intensité lors des travaux de défrichage (hommes) et de sarclage (femmes). Ce système nécessite par contre beaucoup d'espace agricole en fonction de la densité de la population puisqu'en moyenne, on ne cultive que 15-20% de la surface totale vouée au *tavy* (sites cultivés une fois puis laissés en jachères pendant 5 ans). La recherche de nouveaux espaces agricoles, couplée quelquefois avec la volonté de certains paysans de capitaliser des terres, qui entraîne une déforestation importante.

Face à une culture séculaire qu'on a voulu éradiquer depuis longtemps sans succès, l'objectif du projet était d'établir un bilan des réalités écologiques et socio-économiques du *tavy* dans la région de Beforona pour identifier des pistes de solutions pragmatiques. Les travaux entrepris démontrent d'abord l'intérêt agricole porté aux sites forestiers, malgré un passé marqué par l'exploitation ligneuse dans le terroir forestier. La disparition des essences de valeur à proximité de la route et l'absence de desserte secondaire ont rendu une professionnalisation des exploitations impossible sur un plan villageois, donc sans investissements extérieurs. Une légère exploitation (illicite) perdure en zone boisée mais elle reste ponctuelle, au gré des tiges de valeur observées lors des défrichements ou aux alentours des nouveaux *tavy*. Cette fonction de la forêt ne suffit pas à permettre sa conservation en tant que couvert boisé.

Sur le plan écologique, c'est très clairement la première défriche-brûlis qui représente la perturbation décisive. En effet, de nombreuses espèces disparaîtront du site après cette étape, à cause du nouveau microclimat, sous l'influence du nouvel environnement végétal et encore à travers la destruction de certaines graines du sol par le feu. A l'opposé, le sol devient plus propice à sa mise en culture puisqu'il est jonché de matière organique et de cendres dans lesquelles sont stockés les nutriments qui composaient auparavant la végétation épigée. Pourtant, sur un sol découvert, avec un potentiel de rétention de nutriments réduit, la majeure partie sera perdue par ruissellement et par lessivage pendant les pluies importantes de la saison de culture. L'autre partie servira de fertilisant au sol des jachères péri-forestières, les plus riches du terroir. Ces jachères ont pu être facilement décrites à l'aide de l'analyse phytosociologique parce qu'elles recèlent encore des rejets de souche et plusieurs espèces de pionniers forestiers. On pourrait les nommer « premières et anciennes jachères des zones péri-forestières ». Ce sont surtout leur contenu en matière organique et en bases échangeables plus élevé qui les distingue des autres types de jachères.

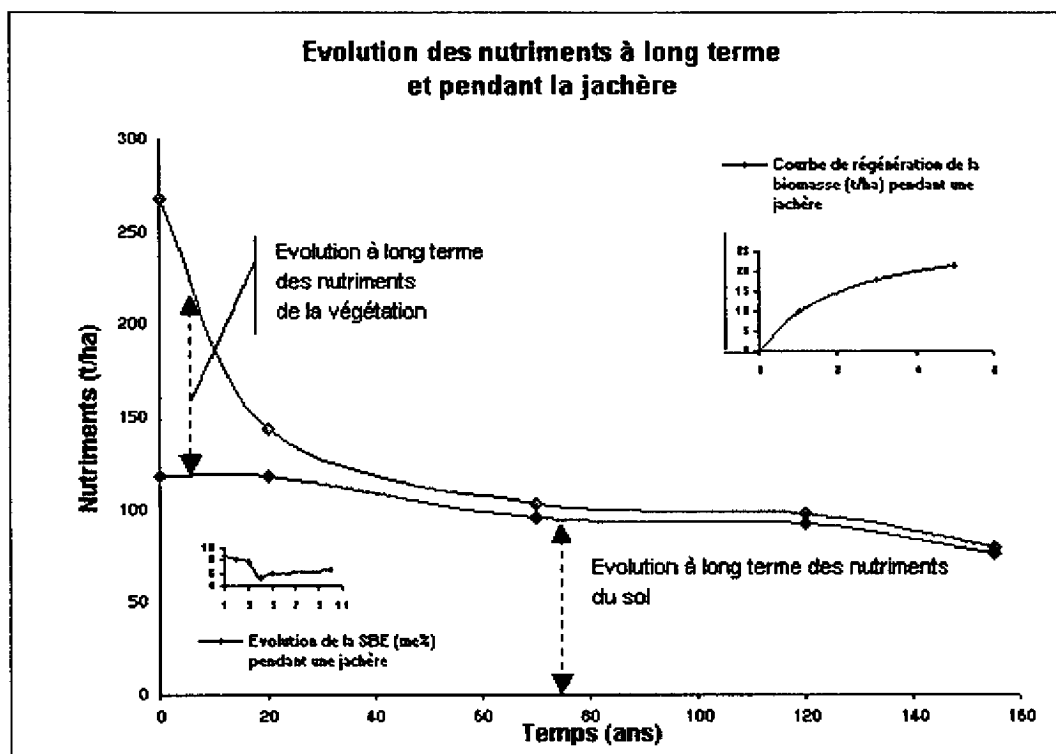
Une fois que les cultures se sont succédées sur un même site et que son environnement végétal n'est plus forestier mais entièrement secondaire, les jachères prennent diverses formes en fonction du relief et de la compétition inter-spécifique. Dans cet écosystème à perturbation régulière, ce sont les espèces qui seront les plus rapides à s'installer puis à croître en hauteur qui domineront. Comme plantes dominantes, *Psiadia altissima* forme des fourrés denses et homogènes sur les stations de crête, alors que *Lantana camara* et *Rubus mollucanus* se partagent les stations plus fertiles de bas de pente. A ce stade, la fertilité semble

diminuer mais les analyses phytosociologiques ne permettent pas directement de distinguer quels types de jachères sont les plus fertiles.

Une mise en relation de la production de biomasse des jachères et des éléments de l'horizon superficiel du sol a démontré que plus une jachère était productive en biomasse, plus elle contenait de potassium dans la végétation et la litière, ainsi que d'azote et de magnésium dans la végétation. Deux éléments du sol apparaissent plus corrélés avec cette production de biomasse que les autres : le phosphore et la somme des bases échangeables. Il est probable que par rapport aux rendements agricoles, un apport de ces éléments N, P et K, voire Mg pourra les améliorer pendant cette période de jachère que la composition floristique nous permet de synthétiser en « jachères arbustives et rudérales ».

La figure 64 nous présente sans commentaire (voir chap. 4, résultats) un schéma qui résume l'évolution générale des nutriments et qui illustre l'évolution pendant un cycle du sol et de la végétation.

Fig. 64 : Schéma illustratif de l'évolution des nutriments sous culture sur brûlis



Outre les pertes de nutriments réalisées lorsque le sol est découvert, un autre facteur influence fortement les rendements : les sarclages effectués entre 1 et 3 fois selon l'importance de la régénération des adventives et la surface de la parcelle. Bien que les paysans ne les apprécient pas à cause de leurs épines, on peut difficilement comparer *Lantana* et *Rubus* à des mauvaises herbes, parce qu'elles forment l'essentiel du couvert qui justement va empêcher une trop forte concurrence d'adventives au moment de la culture. Ce sont plutôt les fougères, les graminées (notamment *Imperata cylindrica*, *Scleria spp.*, *Neyraudia madagascariensis*) et d'autres plantes annuelles (*Sida rhombifolia*, *Lactuca indica*, *Bidens pilosa*) qui représentent l'essentiel des plantes sarclées. On observe d'après l'analyse phytosociologique quelques types de « fin de cycle » :

- un type à composition végétale presque totalement rudérale qui, grâce à la capacité de résistance aux perturbations des sols de bas de pente, a conservé son potentiel de production et permet encore d'atteindre des rendements normaux même après de nombreuses mises en culture ;
- un type de jachère rudérale enherbée de versant qui donne beaucoup de travail lors de sa culture par les sarclages intensifs qu'il faut y effectuer, et qui risque un jour de devenir savanicole avec la répétition des cultures ;
- et enfin des types de fourrés de fougères et de savanes anthropiques qui se trouvent sur les sols compacts et quelquefois rocailloux des hauts de pente.

La forêt, malgré sa disparition généralisée, renferme encore le maximum des plantes utiles citées, même si ces plantes ne sont pas fréquemment récoltées. Aux abords du grand massif forestier, les agriculteurs perçoivent encore la forêt comme un endroit de cueillette et de chasse: crabes, anguilles, etc. et ils peuvent encore aussi entrevoir des bénéfices d'appoint sur la base de quelques bois de valeur et de produits vendus au bord de la RN2 (orchidées et pots fangeons par exemple). Hors du grand massif, pour l'ensemble des forêts isolées des terroirs, la disponibilité de bois de construction et de cordages (lianes ou écorces) devient prioritaire puisque les autres ressources n'y sont plus disponibles ou alors en trop faible quantité ou qualité (on rencontre de nombreuses fougères arborescentes dans les forêts relictuelles, par exemple de Fierenana, mais elles n'ont plus les dimensions adéquates).

Les jachères servent évidemment en priorité à préparer le terrain au *tavy*, tant au niveau des nutriments que de la structure du sol et des mauvaises herbes. Leur fonction accessoire est essentiellement liée à la récolte de bois d'énergie et de petites pièces de construction.

Bien que de nombreux bas-fonds aient déjà été aménagés en rizières, leur gestion reste problématique à cause de fréquentes inondations en saison des pluies et des dégâts qu'elles peuvent causer. L'irrigation n'est pas toujours maîtrisée et reste confinée au bord des cours d'eau, même si on peut rencontrer quelques canaux artisanaux (notamment dans la zone forestière de Vohidrazana). La riziculture irriguée intéresse tous les agriculteurs, une fois que les sites de culture sur brûlis se raréfient ou qu'on dispose d'une vallée importante pour que cette composante du système agraire devienne prioritaire. Sans aménagement hydroagricole, les bas-fonds sont comparés aux jachères et sont parfois utilisés comme surfaces de *tavy* ou comme lieux de prédilection de certaines plantes qui nécessitent une humidité régulière : taros, bambous, raphias et les *Cyperaceae* à tresser, *herana* et *arefo*.

Après la forêt, c'est le *tanimboly* qui présente le plus de ressources utiles, la plupart cultivées. Le nombre des espèces citées, en particulier fruitières, est impressionnant mais, d'un point de vue économique, les spécialités (*Syzygium jambos* (*makoba*) par exemple) ne sont produites qu'en faible quantité et leurs récoltes sont difficilement commercialisables. Ce terme générique de *tanimboly*, « terre de culture », pourrait entraîner certaines confusions si cette unité spatiale était totalement dispersée. Ce n'est cependant pas le cas : on trouve en général un à trois noyaux de base, avec un couvert arboré, et les extensions comme les champs de manioc, de canne à sucre ou de gingembre y sont attenantes ou au moins proches. Seuls quelques champs sont installés sur des parcelles distinctes, en particulier les champs de gingembre. Cet espace apporte la majorité des produits de rente cultivés par les paysans, même s'ils vont également y inclure des composantes auto-consommées (certains fruits, notamment du jacquier, le manioc, etc.).

Les 20% de savanes du terroir de Salampinga et les autres surfaces dégradées sont perçus plutôt comme des terres perdues que comme une opportunité d'exploitation de fourrage, même si certains *Grevillea banksii* ont été installés à Salampinga. En général, nombreux sont ceux qui désirent utiliser les savanes d'une manière productive, notamment pour les reboisements (beaucoup de vœux mais très peu de réalisations). Ils citent pour cet espace la plupart du temps *Imperata* et *Aristida* comme plante utile pour les toits de chaume, et sinon quelques plantes médicinales.

5.1.3 Les priorités générales de gestion

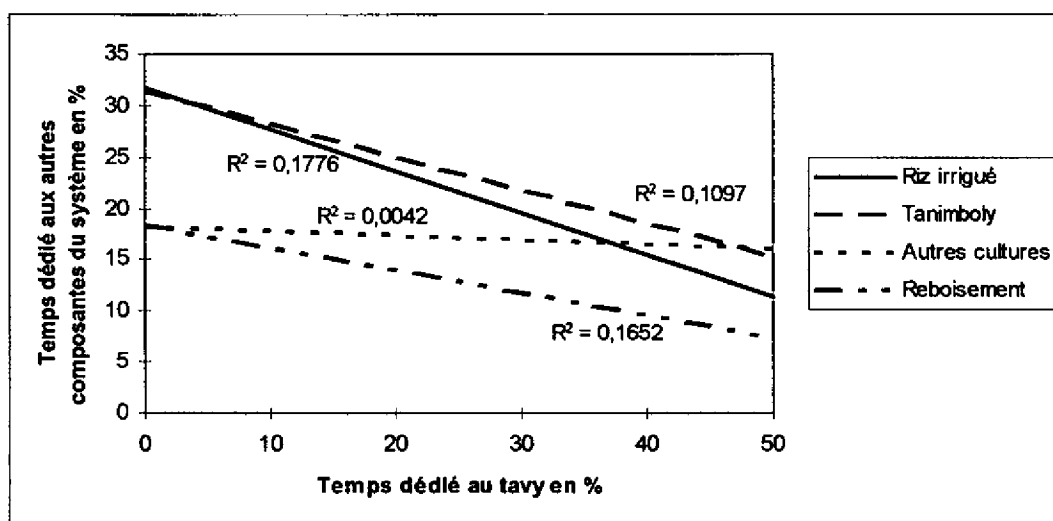
Autour du *tavy*, qui reste le centre du système agraire, de nouvelles cultures se sont donc développées: la riziculture irriguée, le manioc et le gingembre en dehors du cycle du *tavy*, et le complexe des *tanimboly*. Les produits des rizières servent prioritairement à l'autoconsommation mais une partie de la récolte sera vendue par absence de stockage ou pour les besoins financiers de la période de post-récolte et de fêtes (c'est la fête nationale du 26 juin qui représente traditionnellement la fin de la période culturelle). Les produits du *tanimboly* peuvent être vendus de manière plus continue, surtout si on tient compte de la multitude des cultures qu'il est possible d'y installer.

Considérant ces nouvelles opportunités de culture, une enquête menée auprès de 100 participants a permis d'identifier de plus près les priorités et stratégies paysannes. Se rapportant à cinq composantes du système (*tavy*, *tanimboly*, riziculture irriguée, reboisements et autres cultures : gingembre, manioc, etc.), la question posée était la suivante: combien de temps êtes-vous prêts à investir dans chacune des activités du système agraire?

Trois composantes présentent un degré d'intérêt semblable: le *tanimboly* (24%), le *tavy* et la riziculture irriguée (chacun 23%). Les reboisements (17%) semblent plutôt ressortir des volontés d'investissements que de la réalité puisqu'on observe encore peu d'initiatives concrètes. Les autres cultures, malgré l'intérêt financier de la culture du gingembre, restent relativement secondaires (13%).

Sur la base de cette enquête, il est possible de faire ressortir les composantes de "substitution", donc les alternatives possibles, choisies par les agriculteurs qui ont proposé de moins investir dans le *tavy*. Les alternatives les mieux corrélées sont la riziculture irriguée et le reboisement (cf. fig. 66). Par rapport aux pourcentages indiqués, donc à l'ampleur des investissements en temps, ce sont la riziculture irriguée et le *tanimboly* qui restent prioritaires. Cependant, il n'est pas possible de figer les priorités qui ressortent de cette enquête comme alternatives à défendre partout : elles ne peuvent pas être réalisées dans toutes les conditions (surtout pour les questions d'irrigation), et même si leur efficacité et leurs rendements peuvent être démontrés, les propositions à négocier doivent être maintenues ouvertes et mises en relation avec l'ensemble du système de production et du système social. Malgré cette ouverture, on est tenté de conclure que celui qui recherche une alternative au *tavy* devra tenir compte de deux conditions si incontournables qu'elles peuvent paraître triviales : l'approvisionnement en riz de la population et les revenus complémentaires.

Fig. 66 : Comparaison entre les investissements dédiés au *tavy* (abscisse) et aux autres cultures



5.2 Les facteurs principaux du développement : une analyse systémique

Le caractère multidisciplinaire de l'équipe et la volonté de situer l'ensemble des recherches et des résultats dans un ensemble relativement large des facteurs de développement ont amené les chercheurs à s'intéresser aux possibilités offertes par les analyses systémiques. Le chapitre 5.2 provient en majeure partie d'un article rédigé avec Peter Messerli, doctorant au projet BEMA dans la recherche d'alternatives au tavy : « Improvements of Slash-and-Burn Cultivation Systems, an Experience of Systemic Analysis in the Beforona Region » (Messerli et Pfund, 1999). Les résultats se retrouvent également dans « une expérience de synthèse environnementale – Etude de cas faloise Est » (Terre-Tavy/BEMA, 1998).

Pour arriver à une compréhension générale des relations entre les facteurs de développement, il est possible d'utiliser un outil méthodologique qui aide à concevoir ces interrelations de façon intégrale pour l'ensemble du système étudié. Un tel outil a été élaboré vers la fin des années 1970 par Vester et Hesler (1987) dans le cadre du programme UNESCO „Man and Biosphere“. Il s'agit d'un modèle de sensibilité pour analyser des systèmes dynamiques, conçu initialement pour une planification régionale. Plus tard, cet outil a été adapté plusieurs fois et appliqué dans différents domaines et projets (Principe, 1994). Ses principes élémentaires n'ont pourtant pas changé. Il s'agit de :

- une présentation du système à décrire en un jeu de facteurs clés représentatifs ;
- une évaluation de toutes les interrelations entre facteurs clés pour en tirer une idée sur l'influence totale exercée et reçue par chacun des facteurs ;
- l'interprétation et la discussion de chaque facteur-clé par rapport à son potentiel d'influence sur l'ensemble du système.

Ces trois étapes forment encore la base des méthodes modifiées qui ont été développées pour des usages pratiques. Elles s'appliquent aussi à la méthode utilisée par le projet Terre-Tany/BEMA qui a été conçue par Bürki (en prép.)¹⁴.

5.2.1 La présentation du système agraire en un set de facteurs clés représentatifs

L'objectif de ce premier pas est d'identifier les facteurs clés d'un développement plus durable du système agraire. Ils agissent à différents niveaux qu'il faut distinguer. La première catégorie déterminée regroupe les facteurs clés de portée nationale ou internationale, et la deuxième traite des facteurs d'impact régional et enfin les facteurs agissant au niveau local. Chaque catégorie peut en fait être considérée comme un sous-système. Comme le but principal est ici d'identifier les facteurs clés pour le développement de la région de Beforona, les facteurs du niveau national et international ont été laissés de côté. Ils comprennent par exemple l'économie internationale, la législation nationale, les bailleurs de fonds, la stabilité politique, etc. Le choix des facteurs clés du sous-système régional et du sous-système local s'est basé sur la structure de systèmes humains qui se composent des domaines suivants : économie, population, utilisation des terres, bien-être, nature, infrastructures et intérêts communautaires (Principe, 1994). Les facteurs déterminés sont présentés dans les figures 67 et 68.

Fig. 67 : Facteurs du sous-système régional

1	Importance des marchés des centres régionaux	10	Présence de petits transporteurs
2	Efficacité des services étatiques (vulgarisation agricole, service forestier)	11	Présence de grands transporteurs
3	Augmentation du pouvoir régional	12	Efficacité de l' administration
4	Production du système Mangoro	13	Amélioration de la durabilité écologique du système agraire de Beforona
5	Production du système de la côte	14	Amélioration des conditions cadres socio-économiques du système agraire de Beforona
6	Développement du tourisme dans la zone d'Andasibe (réserve et parc national)	15	Dynamisme du marché local
7	Exploitation forestière durable	16	Assurer une identité régionale
8	Développement d' activités non-agricoles (mines, industries, services, etc.)	17	Améliorer des réseaux d'information et de communication
9	Collecte rurale de produits de rente	18	Amélioration des infrastructures (routes et rail)

¹⁴ Biokybernetische Planung. Leo Bürki. Bern, Suisse.

Fig. 68 : Facteurs du sous-système local de Beforona

1	Conservation des ressources naturelles sous culture sur brûlis	17	Renforcement des coutumes locales (rites, tabous, etc.)
2	Conservation des ressources naturelles sous culture de gingembre	18	Réduction des vois
3	Avantages des couverts arborés (jardins de case, reboisements, etc.)	19	Amélioration de l'état de santé
4	Prévention des risques écologiques	20	Amélioration de la formation
5	Capacité de travail non liée à la production de base	21	Valorisation des terres marginales
6	Production de gingembre	22	Conditions topographiques des terroirs
7	Cultures de rente sur les bas fonds (jardins de case, maraîchage, etc.)	23	Opportunités résultant de la conservation des ressources naturelles
8	Production de l'élevage	24	Améliorations des conditions de transport
9	Investissement économique dans le tavy	25	Savoir-faire technique
10	Monétarisation du système de production	26	Concentration spatiale des cultures (par ménage)
11	Dynamique du marché local	27	Autorités traditionnelles (<i>tangalamena et ray amend'reny</i>)
12	Transformation et stockage des produits agricoles	28	Gestion des ressources naturelles par le clan
13	Effets des travaux salariés	29	Gestion des ressources naturelles par le ménage
14	Règlement efficace de l'accès aux terres	30	Introduction des conventions collectives
15	Priorité donnée à l' autosuffisance alimentaire	31	Efficacité de l' administration
16	Amélioration des moyens de la population pour combattre les risques sociaux	32	Production de riz irrigué

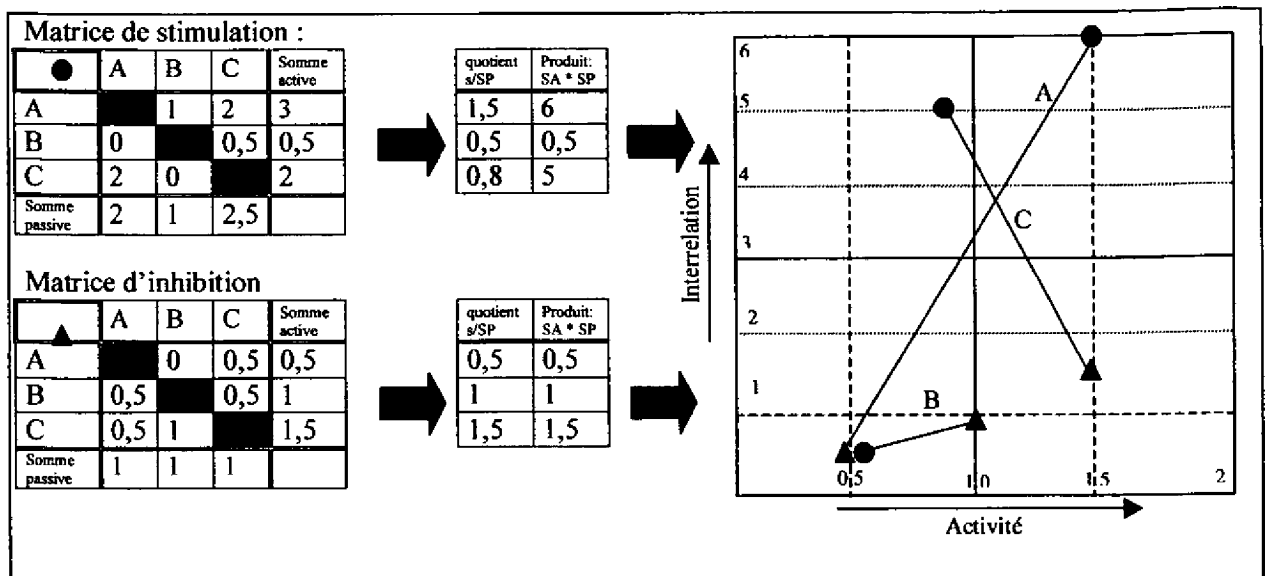
5.3.2 La mise en relief des interrelations et l'interprétation du rôle des variables

Après avoir identifié les facteurs clés de deux sous-systèmes, nous nous concentrons sur les différentes interrelations existantes. Chaque sous-système est traité séparément. Les interrelations sont jugées de manière qualitative, en fonction des résultats de recherche. Un facteur peut avoir une influence stimulante ou inhibante sur un autre. Ceci permet de calculer pour chaque facteur clé le total de stimulation qu'il exerce sur le système et reçoit de lui, ainsi que le total d'inhibition qu'il exerce sur et du système. L'information fournie par cette étape permet de répondre aux questions suivantes pour chaque facteur :

- La stimulation exercée est-elle plus forte que la stimulation reçue et ce facteur est-il fortement interrelié aux autres lors de cette stimulation ?
- L'inhibition exercée est-elle plus forte que l'inhibition reçue et ce facteur est-il fortement interrelié aux autres lors de cette inhibition ?

A l'aide d'une matrice, toutes les interrelations entre les facteurs sont enregistrées. Les influences exercées par les facteurs les uns sur les autres doivent être quantifiées. Un facteur peut avoir deux types d'influence : il peut stimuler et/ou inhiber un autre facteur. On parle de fonction de stimulation et d'inhibition. Chaque stimulation ou inhibition est évaluée selon les critères « fort » (valeur 2), « modéré » (valeur 1), « faible » (valeur 0,5) ou « nul » (valeur 0) comme le montre l'exemple de la figure 69. Les jugements sont en principe subjectifs mais basés sur les connaissances des chercheurs et l'expérience du milieu. Il est donc recommandé d'effectuer ce travail en équipe multidisciplinaire de plusieurs experts. Une fois que toutes les interrelations ont été caractérisées, on obtient deux matrices d'interrelation : une matrice de stimulation et une matrice d'inhibition (figure 69).

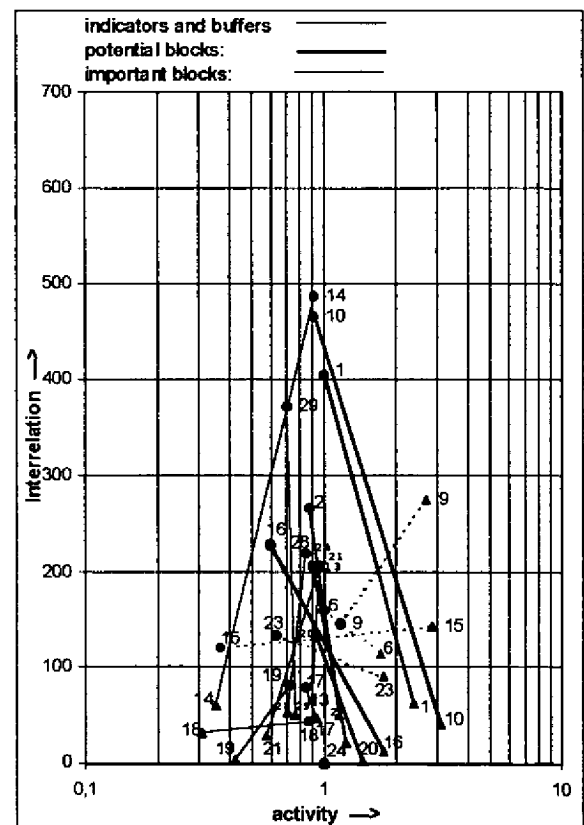
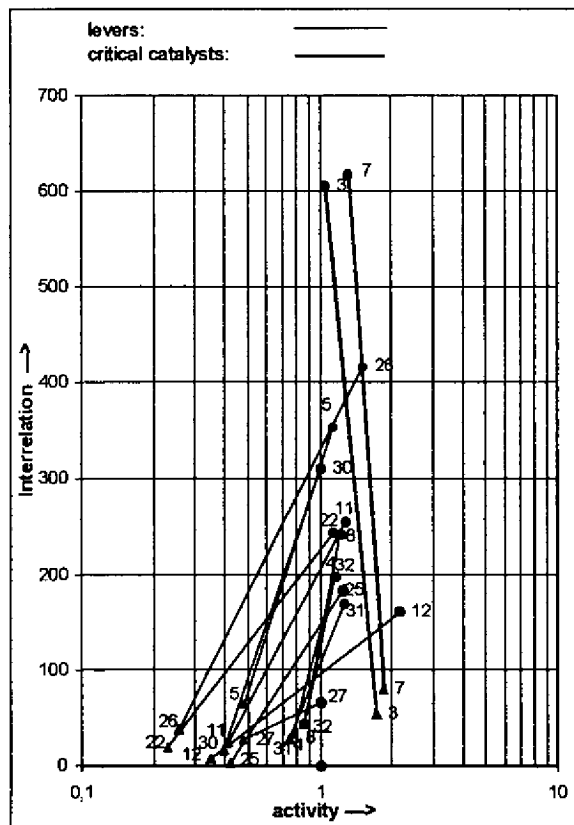
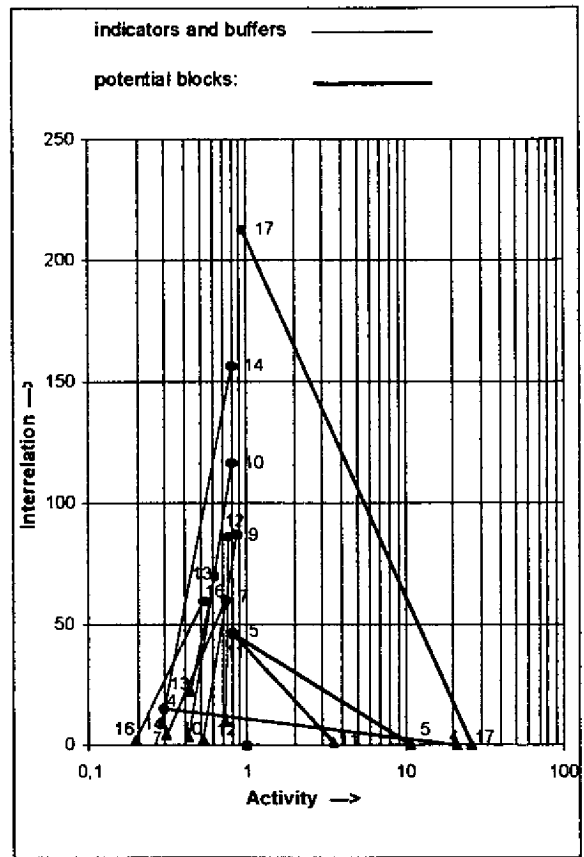
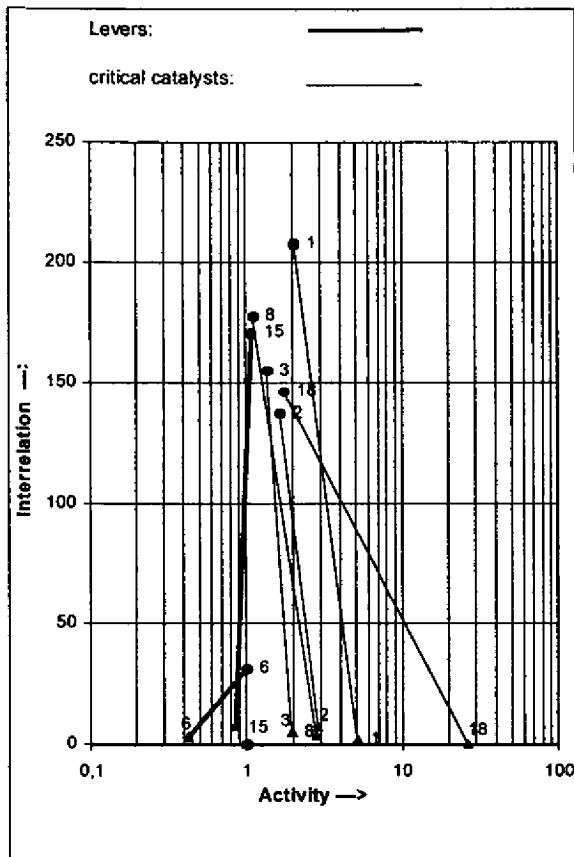
Fig. 69 : Exemple de matrices d'interrelation, sommes actives et passives et leur diagramme



Pour déterminer si un facteur stimule plus qu'il n'est stimulé, les sommes des stimulations actives sont divisées par les sommes des passives. Le quotient donne les valeurs x du diagramme. Pour savoir si le facteur est fortement interrelié dans sa fonction de stimulation, les sommes actives et passives sont multipliées. Le produit donne la valeur y du diagramme, et la stimulation peut être pointée dans le diagramme. La même procédure est répétée pour l'inhibition si bien que chaque facteur obtient un rond pour sa stimulation et un carré pour son inhibition. Finalement, le diagramme peut être interprété : la stimulation du facteur C est fortement interreliée. Il est plus stimulé qu'il ne stimule les autres facteurs. Il est donc légèrement passif. En même temps, il inhibe peu d'autres facteurs, mais plus qu'il n'est inhibé par eux.

Les figures 70 et 71 donnent les diagrammes obtenus pour chaque sous-système ; chaque facteur y est représenté par son index (figures 67 et 68) et par ses fonctions de stimulation et d'inhibition.

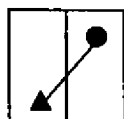
Fig. 70 et 71 : Les facteurs du sous-système local de Beforona (en haut) et du sous-système régional (en bas) représentés par leur fonction de stimulation (•) et d'inhibition (π)



5.2.3 Interprétation des facteurs selon leur potentiel d'influence sur l'ensemble du système

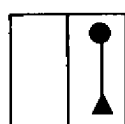
Après cette deuxième étape, nous avons obtenu des informations sur chacun des facteurs du sous-système local et régional. Nous connaissons leurs fonctions de stimulation et d'inhibition totales, et nous savons aussi de quelle manière ils sont interreliés aux autres facteurs. La prochaine étape s'attache à interpréter ces informations en vue d'identifier d'une part les facteurs qui ont le potentiel de stimuler le système vers un développement plus durable, d'autre part ceux qui inhibent un tel processus.

Considérant pour chaque facteur sa fonction de stimulation (\bullet), sa fonction d'inhibition (π) et sa position dans le diagramme, cinq catégories de facteurs peuvent être formées : leviers, catalyseurs critiques, indicateurs, tampons ou bloqueurs (potentiels).



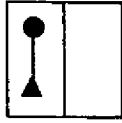
Les facteurs qui présentent ce type d'allure sur les figures 70 et 71 ont les caractéristiques suivantes en commun : ils stimulent beaucoup plus d'autres facteurs qu'ils ne sont stimulés par eux. En même temps, ils sont inhibés par peu d'autres. Si le facteur peut être augmenté, beaucoup d'autres facteurs seront fortement et rapidement stimulés mais il en résultera peu d'inhibition. L'utilisation de tels facteurs est idéale pour influencer le système ; ils sont appelés des **leviers** pour cette raison.

Dans le sous-système régional, les facteurs suivants sont des leviers		Dans le sous-système local, les facteurs suivants sont des leviers	
15	Dynamisme du marché local	26	Concentration spatiale des cultures
6	Développement du tourisme dans la zone d'Andasibe	12	Transformation et stockage des produits agricoles
		11	Dynamisme du marché local
		8	Promotion de l' élevage
		22	Conditions topographiques des terroirs
		5	Capacité de travail non-liée à la production agricole
		30	Introduction de conventions collectives
		25	Savoir-faire technique
		31	Efficacité de l' administration
		32	Production de riz irrigué
		4	Prévention des risques écologiques
		27	Autorités traditionnelles (<i>tangalamena</i> et <i>ray amand'reny</i>)



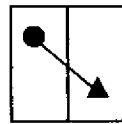
Les facteurs de ce type ont en commun qu'ils stimulent fortement beaucoup d'autres facteurs. En même temps, ils inhibent fortement peu d'autres facteurs. Si le facteur peut être augmenté, l'effet stimulant est important sur le système. Par contre, quelques facteurs vont être inhibés et ces effets doivent être étudiés attentivement. Comme il existe un certain danger de manipuler ces facteurs, ils sont nommés **catalyseurs critiques**.

Dans le sous-système régional, les facteurs suivants sont des catalyseurs critiques		Dans le sous-système local, les facteurs suivants sont des catalyseurs critiques	
1	Importance des marchés des centres régionaux	7	Cultures de rente dans les bas-fonds (jardins de case, maraîchage)
18	Amélioration des infrastructures (route et rail)	3	Avantages des couverts arborés (jardins de case, reboisements, etc.)
2	Efficacité des services étatiques (vulgarisation, forêt)		
3	Augmentation du pouvoir régional		
8	Développement d' activités non-agricoles (mines, industries, services)		



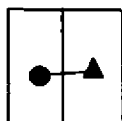
Les facteurs de ce type ont en commun qu'ils reçoivent surtout des stimulations de beaucoup d'autres facteurs, mais ils ne stimulent pas le système. En même temps, ils sont inhibés par quelques autres facteurs. Ils ne peuvent pas être utilisés pour piloter le système. A cause de la forte stimulation qu'ils reçoivent, leur état peut offrir une indication sur les autres facteurs. Ils sont donc appelés **indicateurs** et peuvent servir au monitoring du système. Par contre, si ces facteurs sont faiblement interreliés, leurs facultés d'indicateur sont réduites et on les nomme des **facteurs tampons**.

Dans le sous-système régional, les facteurs suivants sont des indicateurs ou des tampons		Dans le sous-système local, les facteurs suivants sont des indicateurs ou des tampons	
14	Amélioration des conditions cadres socio-économiques du système agricole de Beforona	29	Gestion des ressources naturelles par les ménages
10	Présence de petits transporteurs	14	Règlement efficace de l' accès aux terres
9	Collecte rurale de produits de rente	21	Valorisation des terres marginales
12	Amélioration de la durabilité écologique du système agricole	28	Gestion des ressources naturelles par les clans
16	Promotion d'une identité régionale	13	Effets du salarial
7	Gestion respectueuse des forêts	19	Amélioration de l'état de santé
3	Augmentation du pouvoir régional	17	Renforcement des coutumes traditionnelles (rites, tabous, etc.)
8	Développement d' activités non-agricoles (mines, industrie, services)	18	Réduction des vols



Les facteurs de ce type ont en commun qu'ils sont généralement stimulés par beaucoup d'autres facteurs. Pourtant, ils peuvent inhiber activement d'autres facteurs. Plus ces facteurs sont stimulés, plus ils vont inhiber. On les appellera des **bloqueurs potentiels**.

Dans le sous-système régional, les facteurs suivants sont des bloqueurs potentiels		Dans le sous-système local, les facteurs suivants sont des bloqueurs potentiels	
17	Amélioration des réseaux d'information et de communication	10	Monétarisation du système de production
11	Présence de grands transporteurs	14	Conservation des ressources naturelles sous culture sur brûlis
5	Production du système de la côte	16	Amélioration des moyens de la population de combattre les risques sociaux
4	Production du système de la région Mangoro	2	Conservation des ressources naturelles sous culture de gingembre
		20	Amélioration de la formation
		24	Amélioration des conditions de transport



Les facteurs de ce type ont en commun qu'ils exercent une forte inhibition sur beaucoup d'autres facteurs. En même temps, ils reçoivent une forte stimulation du système. Plus ils sont stimulés par le système, plus leur fonction inhibitrice sera forte. Ces facteurs sont de **vrais bloqueurs** pour le développement du système et ils représentent un danger. Des interventions visant à diminuer les interrelations ou à réduire l'activité de ces facteurs peuvent représenter un pas vers des solutions plus adéquates.

Dans le sous-système régional, de tels facteurs n'apparaissent pas	Dans le sous-système local, les facteurs suivants sont des bloqueurs potentiels
15	Priorité donnée à l' autosuffisance alimentaire
9	Investissement économique dans le <i>tavy</i>
23	Opportunités résultant de la conservation des ressources naturelles
6	Production de gingembre

5.2.4 Résultats de l'analyse systémique

La précédente étape de la méthode a permis de caractériser les facteurs selon leur type d'influence sur le système. Ils présentent différents potentiels de stimulation et d'inhibition pour un développement plus durable aux niveaux régional et local. Comme cette analyse a été développée d'un point de vue purement systémique, il est nécessaire de confronter ces résultats avec la réalité. Dans le chapitre suivant, nous allons discuter la possibilité de réellement agir sur ces facteurs par des interventions externes. Cela aboutira à des pistes d'améliorations qu'un projet pourrait négocier avec la population en vue de prioriser les actions.

Le sous-système local

Au niveau local, trois domaines peuvent être distingués : le domaine de la production, le domaine socio-organisationnel et le domaine économique.

Dans l'ordre décroissant de leur potentiel de stimulation, les leviers du domaine de **production** sont la *concentration spatiale des terrains de culture*, la *transformation et le stockage des produits agricoles*, la *promotion de l'élevage*, le *savoir-faire technique*, les *conditions topographiques* et une *augmentation de la production de riz irrigué*. A ces leviers, il est possible d'ajouter les catalyseurs comme les *cultures de rente des bas-fonds* et les *avantages des couverts arborés*. L'utilisation de ces catalyseurs peut apporter des changements rapides et importants. Par contre, ils peuvent inhiber certains autres facteurs et leurs effets doivent être suivis attentivement. En considérant les effets inhibiteurs des catalyseurs mentionnés, on s'aperçoit qu'ils touchent principalement les indicateurs ou les bloqueurs, ce qui ne pose pas vraiment de problèmes.

Les meilleures synergies de stimulation au niveau de la **production** résulteraient de la promotion d'unités compactes de production qui combine des cultures de rente dans et autour des jardins de case existants, du riz irrigué et l'élevage. Un tel scénario devrait de plus tenir compte des conditions topographiques et du rôle des couverts arborés.

Sans le domaine économique, des leviers paraissent très efficaces mais semblent difficilement contrôlables par des interventions directes : le *dynamisme du marché local* et la *capacité de travail*. Par contre, ils devraient être influencés par les interventions proposées en général. La concentration spatiale des terrains de culture va améliorer la capacité de travail et l'efficacité de l'administration (mentionnée ci-dessous) serait à même de contribuer à limiter certaines contraintes au niveau du marché local. Néanmoins, un appui au dynamisme du marché local est imaginable par des interventions externes indirectes : l'amélioration de la filière par l'organisation des producteurs et leur mise en relation avec les entreprises ou grossistes, l'augmentation de la transparence du marché à l'aide d'informations et à travers la mise à disposition de crédits.

Dans le domaine **socio-organisationnel**, l'efficacité de l'administration et l'introduction de conventions collectives représentent deux leviers importants. Les autorités traditionnelles n'ont par contre qu'un potentiel d'influence modéré pour manipuler efficacement le système. Il n'existe pas de catalyseurs dans ce domaine. Appuyer l'administration et promouvoir la réalisation de conventions collectives semblent donc être les possibilités d'interventions les plus réalistes. A titre d'exemple, un meilleur contrôle des collecteurs pour diminuer les irrégularités de la filière, ainsi que la conciliation de conflits par rapport aux travaux d'irrigation des rizières, représenteraient des activités importantes. Les règles traditionnelles doivent être évidemment mises en valeur dans ce processus visant à améliorer les capacités de gestion des ressources naturelles.

Ces actions semblent être les plus adéquates pour apporter des changements sur l'ensemble du système local. En outre, on ne doit pas oublier les grands potentiels de synergie qui existent entre ces différentes actions. Un appui simultané sur plusieurs de ces facteurs clés aboutira à une multiplication des effets désirables.

Mais l'analyse nous a encore démontré l'existence de facteurs de blocage qui pourraient menacer les changements proposés. Il est donc important de se pencher sur leurs rôles par rapport à ces interventions. Ces facteurs sont les suivants.

La priorité donnée à l'autosuffisance alimentaire

D'un point de vue systémique, c'est le bloqueur le plus important. Plus la priorité est donnée à l'autosuffisance, plus le développement du système agraire est inhibé. Pour mieux comprendre ce blocage, la signification de ce facteur doit être examinée. Il est défini comme la capacité de produire soi-même les aliments en vue de satisfaire les besoins de base au niveau des ménages. Dans les conditions actuelles, cela signifie que chaque ménage essaie de produire tout le riz qu'il lui faut. On peut maintenant imaginer l'effet de blocage si l'objectif principal était l'autosuffisance en riz pour chaque ménage : d'un point de vue économique (voir chapitre 2), la production de riz pluvial (*tavy*) n'a pas une productivité satisfaisante. Avec 4 kilos de paddy, ou 2100 Fmg par jour, la rémunération au travail est plus basse que pour n'importe quelle autre activité. Le fait que chaque ménage continue d'assurer sa production de riz pluvial démontre le manque actuel d'alternatives et l'importance culturelle de cette pratique. En fonction des alternatives, on peut donc calculer que :

- Les actions qui ont pour seul but d'augmenter l'autosuffisance en riz pluvial du ménage ne traitent pas seulement un symptôme mais peuvent sérieusement inhiber les améliorations de l'ensemble du système.
- L'autosuffisance en riz doit être conçue à un niveau régional. L'objectif est de permettre un échange au niveau du marché local avec les producteurs de riz à haut rendement (rizières irriguées, riz pluvial intensif en bas de pente) et ceux qui se spécialiseraient plutôt dans les cultures de rente ou l'élevage. Quoi qu'il en soit, réduire les contraintes du marché et améliorer l'attractivité des cultures de rente semblent être indispensables.

Les investissements économiques dans la production de tavy

Ils sont des bloqueurs qui se rapportent directement à ce qui vient d'être relevé ci-dessus. En investissant dans les *tavy*, les ressources ne peuvent pas être attribuées à d'autres activités. Le manque de capital et de forces de travail sont des contraintes fondamentales. Les coûts indirects de tels investissements dépasseraient de loin leur bénéfice. En ce qui concerne le *tavy*, tout essai visant à réduire la dégradation requerra un minimum d'investissement de travail et de capital. Autrement dit, des améliorations ne sont sensées que si elles tendent à augmenter la productivité du riz pluvial par rapport au travail, au capital et à la surface.

Les opportunités résultant de la conservation des ressources naturelles

Que ce facteur soit un bloqueur peut, en d'autres termes, vouloir dire que la dégradation stimule les améliorations du système agraire. Cette remarque qui paraît bien sûr paradoxale au premier abord, a d'importantes implications. La présence de jachères productives entraîne directement des installations de *tavy* et inhibe donc d'autres activités, ou à l'inverse, les autres activités ne vont prendre de l'importance qu'avec l'apparition de la dégradation sur les versants. C'est pourquoi les interventions externes devront

se concentrer sur des activités de production plus durables, les rendre attractives (opportunités du marché, savoir-faire, crédits, etc.) et tenter de préserver les sols des hauts de pente en concentrant la production sur les sols fertiles. Des interventions qui ne viseraient que la conservation des ressources risquent de bloquer les améliorations au niveau du système agraire. Aussi longtemps que la dégradation est ralentie, la production va se concentrer sur les *tavy*. Dans les conditions actuelles d'accès aux terres, les efforts de conservation dans les zones de jachères devraient être planifiés dans un contexte soigneusement choisi.

Le sous-système régional

L'intérêt primordial, au niveau du sous-système régional, est d'évaluer l'influence qu'il pourrait exercer sur le sous-système local et de déterminer quels facteurs pourraient être par des interventions externes. Si on observe les paramètres qui relient les deux systèmes, on s'aperçoit que la *durabilité écologique* est un facteur tampon. Cela signifie qu'elle reste passive et n'est pas forcément interreliée avec les autres facteurs de ce niveau. Les *conditions socio-économiques* du sous-système local représentent un indicateur au niveau régional. Elles sont donc très influencées par les facteurs régionaux, mais ne les influencent que très faiblement. *L'amélioration du dynamisme du marché local de Beforona* est par contre un levier. Il stimule de manière significative le sous-système régional sans que celui-ci ne l'influence fortement. Le lien le plus fort entre les deux sous-systèmes paraît donc être de nature économique. Le problème qui se pose est par conséquent de déterminer les facteurs régionaux qui pourraient favoriser une stimulation économique.

Les catalyseurs critiques, comme *l'importance des marchés des centres régionaux*, *l'amélioration de l'infrastructure* et *l'efficacité des services de vulgarisation agricoles et forestiers*, sont capables de dynamiser le système, même s'il faut prévoir un suivi des effets secondaires possibles. A un degré moindre, *l'augmentation du pouvoir régional* et *l'évolution des activités non-agricoles* sont aussi des catalyseurs. Une intervention qui viserait à promouvoir des activités non-agricoles semble possible, si elle génère des revenus. Actuellement, les activités touristiques, commerciales et minières sont prometteuses dans la région. Il en est de même pour l'artisanat, notamment le travail du bois dont la qualité est reconnue pour cette région. *Le développement de la zone d'Andasibe* (réserve et parc national) améliore la réputation de la région et augmente les revenus non-agricoles. Pour l'instant, quelques opérateurs économiques contrôlent la situation et se concentrent uniquement sur Andasibe. Par contre, la présence d'une route nationale à grand trafic permet d'envisager le développement d'autres sites, facilement accessibles et aussi intéressants qu'Andasibe, à condition que l'infrastructure d'accueil y soit convenable.

En conclusion, trois domaines d'intervention peuvent être distingués dans le sous-système régional, pour favoriser les facteurs économiques locaux : la dynamique économique (importance des marchés des pôles et du marché de Beforona, secteurs secondaire et tertiaire), le renforcement politico-administratif (pouvoir régional et efficacité des services techniques) et finalement l'infrastructure. Après une observation détaillée des interrelations entre ces facteurs, trois sortent du lot comme très influents sur le sous-système local :

- La promotion d'activités non-agricoles (elles stimulent les autres facteurs, en particulier l'importance des marchés des pôles et le pouvoir régional) ;
- L'efficacité des services techniques étatiques (qui favoriserait aussi le pouvoir et l'identité régionale) ;
- L'amélioration de l'infrastructure qui a un impact stimulant autant au niveau économique que socio-économique.

5.3 Importance et résultats de la restitution villageoise

Après trois ans de visites régulières, de questions posées sans cesse aux villageois et surtout pour que les conclusions des « techniciens » soient adaptées aux volontés locales, la restitution et la discussion des résultats étaient absolument incontournables. La dernière descente dans les terroirs de recherche a suivi une démarche en trois parties : la restitution proprement dite, la discussion de priorités et d'activités à mener à l'avenir, et enfin une fête d'adieu.

La restitution a débuté par un aperçu des perceptions externes de la région : photos prises par la navette spatiale en 94, ainsi que divers articles de quotidiens et hebdomadaires malgaches récents aux titres

éloquents : « Madagascar brûle-t-il ? » (Revue de l'Océan Indien, 1996), « RN2 – Vers la catastrophe écologique » (L'EXPRESS de Madagascar, 4.12.96) et « Feux de brousse : Arrêtez le massacre ! » (Tribune de Madagascar, 8.11.96). Après ce tableau pessimiste et quelquefois trompeur, un autre article « AGRICULTURE : La grande oubliée des priorités » (DMD 564, 12.2.98) permettait aux paysans de reprendre confiance et de voir que leurs préoccupations principales n'étaient pas toujours occultées. Certains ont même trouvé qu'il était bon d'informer les personnes de l'extérieur des réalités de leur région : « à chacun son milieu, les *Merina* et les *Sihanaka* font de la riziculture irriguée, nous n'avons pas de rizières et devons faire du *tavy* ». A Bemanasy, les villageois ont d'ailleurs même revendiqué leurs droits sur la gestion des forêts.

Après une brève présentation des généralités des cycles de l'eau (attention particulière donnée au lessivage et au ruissellement) et de l'ensemble des effets du feu, le cycle des nutriments (traduit par « nourriture du sol ») a été discuté en insistant sur les questions de couvert du sol lors de leur libération après le défrichement (suivi de brûlis ou non) et sur le bien-fondé du fait de laisser la paille de riz sur place (les *Betsimisaraka* ne prélèvent que les épis de riz avec un petit couteau, le *karima*). Sur la base de l'étude de Rakotozafy (1996), l'évolution du couvert végétal et l'apparition des mauvaises herbes avec la répétition des cultures ont également été discutées. Le rôle et l'effet de la période de jachère sur les nutriments a ensuite été l'objet de discussions, en particulier la limite de 4 ans à laquelle les sols sont encore moins fertiles qu'au moment de la récolte. Enfin, ce sont les questions d'aménagement de l'espace qui ont servi de conclusions à la présentation en discutant l'effet général du relief sur la vigueur des jachères et l'accès aux terres. Le nombre de jours investis par chaque paysan (certains enquêtés étaient présents) dans les diverses activités et le rendement du travail par activité ont suscité les plus vifs débats, captivants pour servir de base à la priorisation des centres d'intérêts agricoles ou sociaux qui a suivi.

Le fait de débiter par cette restitution a probablement permis aux membres de l'assemblée qui n'étaient pas familiers avec les chercheurs de prendre confiance en l'équipe de présentation. Ce sont souvent de petits détails, comme le fait de connaître le salut traditionnel, le nom vernaculaire de certaines plantes, etc. qui permettent aux villageois de s'exprimer.

Après la restitution, certaines propositions ont été lancées en débat. Pour chacune d'elles, les paysans pouvaient répondre par « *mety* » (ça va), « *tsy mety* » (impossible), ou alors s'intéresser à des essais pour en vérifier l'efficacité. Ces propositions se sont avérées utiles dans le sens où elles ont permis d'initier des débats sur les possibilités d'améliorer la gestion traditionnelle des ressources. Il est plus facile pour les paysans de se positionner par rapport à une proposition plutôt que de directement leur demander quelles pistes d'amélioration ils proposeraient. Les réponses aux propositions discutées sont présentées dans le chapitre suivant.

5.3.1 Résultats des discussions relatives à la culture sur brûlis et aux jachères

La première proposition prévoyait de **limiter les surfaces de *tavy* en fonction de la taille des ménages et de leurs possibilités d'accéder aux rizières irriguées, afin de ne couper et brûler que ce qui est possible à cultiver et pour assurer une exploitation équitable des bas-fonds**. Plusieurs des surfaces de *tavy* rencontrées n'avaient pas été complètement semées ou sarclées en raison de problèmes de main d'œuvre.

Cette idée a été rejetée par les villageois de Bemanasy et Ambodiaviavy, comme ceux de Fierenana et Vakampotsy. Les villageois ne veulent donc pas réglementer le *tavy* mais ils ont reconnu que tous n'avaient pas les mêmes besoins ; les personnes âgées de Bemanasy étaient par exemple d'accord de s'engager à cultiver de petites surfaces. Les arguments paysans portaient sur la difficulté de gérer les imprévus (qui expliquent les surfaces incomplètement valorisées) et justement sur le fait qu'une grande surface de *tavy* représente une sécurité. La proposition a été laissée de côté à Salampinga dont la population a, dès le début de la restitution, déclaré : Le *tavy* est la vie des *Betsimisaraka*.

Toujours relative au *tavy*, la seconde proposition a été unanimement acceptée : **adapter si possible les durées de jachères au relief, ou autrement dit adapter les décisions culturelles aux types de jachères, pour les maintenir productives**. Les débats se sont déroulés autour d'un schéma simple de versant et l'idée générale était de ne plus prévoir les champs de *tavy* le long de la pente (de bas en haut), mais d'inclure un champ de bas de pente, sur lequel il était possible de prévoir une rotation plus rapide, à un second champ de haut de pente. Avancée par les paysans, la condition de réussite de ce système est

l'installation d'un pare-feu entre les deux champs (d'au moins 5 mètres de large). Les *Betsimisaraka* se sont déclarés prêts à généraliser la mise en place de pare-feu. En fait, ils en installaient déjà si le feu risquait de toucher un endroit sacré, en boutant le feu depuis le haut de la parcelle et contre le vent.

Il y eut beaucoup de discussions sur l'heure de mise à feu et la technique à employer. De manière générale, l'idéal est un bon brûlis qui suit une longue période sèche, peu avant les grandes pluies. Le brûlis s'effectue donc vers midi (11-14h00) pour que le feu soit intense. Mais c'est surtout le vent qui est important pour le contrôle du feu. Certains problèmes peuvent se poser lorsque le vent suit la pente : dans ces cas, ils placent de la terre et éventuellement des rejets de bananiers en limite de champ et demandent des aides pour contenir le feu. Contrairement au brûlis, le semis doit s'effectuer de préférence un jour humide.

Cette proposition, puisqu'elle a une influence sur la durée des jachères, concernait un autre problème : la lutte contre les mauvaises herbes. La proposition suivante traitait à peu près du même sujet puisqu'il était question de **sarclage sélectif** pour que les espèces non-sarclées puissent former un couvert lors de l'abandon du champ et réduire ainsi l'invasion des herbacées qui arrivent en début de jachères. Les villageois estiment une durée de jachère apte à éliminer les mauvaises herbes à 10 ans (à 5 ans, ce n'est pas sûr). Ils disent que ce ne sont que les jachères souvent cultivées qui posent un problème et certains avancent que c'est justement la qualité du sarclage qui déterminera la vitesse de régénération d'une jachère. Pourtant, l'idée du sarclage sélectif a été acceptée lorsqu'on citait *Albizia chinensis* comme exemple de plantes qui ne réduisait pas trop le rendement du riz. Les villageois du terroir forestier étaient intéressés par un essai de sarclage sélectif qui préserverait des pieds de *Psiadia*. En général, ce sont les espèces qui s'installent tardivement qu'on pourrait laisser sur le champ et pour quelques autres plantes, des recépages ont été proposés.

Complémentaire à cette dernière idée, la proposition suivante concernait la **conservation et la promotion actives des espèces ligneuses des jachères**, par exemple à l'aide des sarclages mais aussi d'éclaircies sélectives. Seuls quelques individus semblaient intéressés à des interventions allant dans ce sens. Ils ont cité *Psiadia*, *Harungana*, *Albizia*, *Dombeya*, *Dichaetanthera* et *Macaranga*. Les villageois de Bemanasy se sont déclarés prêts à intervenir pour améliorer la qualité du sol, mais pas dans d'autres buts.

L'idée de **protéger les crêtes du feu pour y installer d'éventuelles cultures dans les zones hors-pâturage** a été diversement commentée. Le problème principal réside évidemment dans la fertilité des sites de crête. Pour les villageois de Bemanasy, seuls les eucalyptus résistent et si on plante des ananas, le terrain n'est plus cultivable après 2-3 ans. Ceux de Salampinga estiment qu'un travail du sol serait indispensable si on pense installer une culture. Ils ne voient pas de raison de laisser repousser des ravenales et des *longoza* (*Aframomum*) qui ne servent à rien.

Dans les terroirs de Fierenana et Bemanasy, c'est surtout l'implantation de reboisements qui a été discutée. A Fierenana, les villageois ont jugé que les arbres, même les eucalyptus, seraient trop chétifs sur ces stations. Les habitants de Bemanasy sont intéressés à planter des *Agathis* (qu'ils ont vu près du gîte où nous logions) mais ils ont peur de ne pas avoir ensuite l'autorisation de les couper ! C'est dire l'image répressive que conserve encore le service forestier et le poids de la perception de l'Etat dans certaines décisions de gestion. En outre, il est intéressant de noter que ces mêmes villageois ne veulent pas d'espèces qui résistent au feu et se maintiennent sur le site. Les habitants de Bemanasy ont cité l'exemple de *Grevillea* qui devient envahissant dans certaines régions par sa faculté de rejeter. Ils gardent donc en tête une idée de rotation, de cultures à installer après un reboisement. Toujours intéressés par la fertilité des sols, ces mêmes villageois de Bemanasy se disent prêts à préserver certaines zones du feu, même sur de longues périodes, si on est sûr que la fertilité pourrait être restaurée.

L'**introduction de jachères améliorées pour intensifier la production dans les zones favorables** a été unanimement acceptée ; elles seraient installées entre les *tanimboly* et les jachères. A Salampinga, les gens sont également intéressés par des plantes « améliorantes » pour la préparation des sols d'un *tanimboly*.

5.3.2 Gestion des ressources de l'arbre et la forêt

La conservation des forêts actuelles pour le bois de construction, avec une gestion restreinte aux utilisations communautaires, par exemple pour les lianes, pour des plantes médicinales et pour l'apiculture, est une volonté déclarée par tous les villageois. En principe, c'est le « *dinadrazana* » (la convention des ancêtres) qui règle ces questions, mais à Salampinga comme à Fierenana, les contrôles sont difficiles à effectuer et il manque aux villageois un moyen de formaliser ces volontés.

La gestion active et conservatoire des espaces boisés au bord des rivières (pour des plantes utiles naturelles, des bambous, raphias, etc.) est globalement acceptée même si cette idée n'entre pas dans les priorités paysannes. A Bemanasy, les plaines devraient être aménagées en rizières, les vallons en *tanimboly*, et seuls les espaces intercalaires pourraient héberger certaines plantes utiles. Les espèces citées lors de la restitution sont les bambous (sauf à Salampinga à cause des risques d'épuisement qu'ils présenteraient), les raphias et quelques espèces comme *hazomboay*, *valanirana madiniravina* et *jamborijano*.

Enfin, plusieurs propositions avaient pour but de connaître l'avis des villageois au sujet de la **domestication d'espèces naturelles utiles**. De manière générale, les villageois craignent de ne pas pouvoir assurer la gestion des espèces locales et ils trouvent souvent que leur croissance est trop lente. Les discussions ont donc plutôt porté sur la place d'espèces introduites qui pourraient être plantées dans le terroir : les alentours des villages ou des *tanimboly* conviendraient à tous les villageois alors que les haies ne sont envisagées qu'en raison des risques d'érosion de la culture du gingembre. Il semble en effet que la fixation des limites de propriété reste trop délicate pour que les arbres jouent ce rôle (à Salampinga, les gens craignaient qu'un recrû naturel qui déborderait de la propriété du planteur signifie une appropriation).

5.3.3 Gestion du *tanimboly*, autres produits de rente et élevage

La gestion du couvert arboré et des bords des *tanimboly* a été discutée dans l'idée de faciliter la gestion des cultures et surtout de réduire la pénétration des sites par les ronces. Tous les villageois estiment que le couvert est indispensable et sont intéressés par le choix des espèces, les techniques de taille et la chronologie des plantations sur les *tanimboly*. Ce sont surtout les *Albizia (chinensis* mais aussi *lebbeck*) qu'ils considèrent comme adaptés du fait de leurs feuilles caduques. L'extension des *tanimboly* est envisagée par tous, en gardant comme cultures prioritaires café et bananes. L'**intensification de la gestion du *tanimboly*** en utilisant des intrants locaux, par exemple du compost, n'est envisagée dans aucun terroir.

Néanmoins, **la diversification des cultures** du *tanimboly* représente également un intérêt commun à tous les villageois. Ce sont principalement les cultures de rente qu'ils recherchent (à l'exemple de l'adoption rapide du gingembre) mais la plupart planifie de débiter par des essais destinés à l'autoconsommation et une recherche de débouchés. Ce n'est qu'après avoir assuré certaines ventes qu'ils pourraient envisager de se lancer sur une plus grande échelle. Les cultures citées comme potentiel de diversification étaient principalement le poivre, le girofle et la vanille. Les cultures « non-couvertes » comme le maraîchage n'ont pas été associées à ces réflexions. Le problème du maraîchage réside dans la concurrence entre la culture et les poules, et celui du gingembre dans les risques d'épuisement du sol qui pourrait inhiber une extension des cultures traditionnelles.

Les villageois de Fierenana en particulier perçoivent l'élevage comme un moyen supplémentaire d'assurer des revenus financiers. Ils désirent tout augmenter : élevage bovin, porcin et de volailles. Les habitants des deux autres villages regrettent que le gardiennage des zébus soit devenu nécessaire et que les *kijana*, les pâturages collectifs, aient disparu pour laisser la place à certaines cultures. A Bemanasy, les agriculteurs semblent être dominants puisque des *tanimboly* ont été installés sur les anciens *kijana*. En général, les villageois de Bemanasy et Salampinga sont préoccupés par la relation entre agriculteurs et éleveurs qui semble poser des problèmes et des luttes de pouvoir, ce qui paraît les empêcher de planifier l'intensification de l'élevage.

5.3.4 Aménagement de l'espace et dynamique associative

La proposition qui consistait à vouloir **concentrer encore mieux les propriétés familiales par vallon** a été assez logiquement adoptée par tous les villageois. Ils veulent par contre pouvoir maîtriser eux-mêmes les arrangements à discuter et le processus de sécurisation. A Fierenana, ils revendiquent non seulement leurs droits sur les terres mais aussi plus de pouvoirs de manière générale. Ils désirent se regrouper pour ne pas être oubliés.

Au sujet de la **gestion de l'eau**, un proverbe a été prononcé à Salampinga : *vaky loha miady horaka* (les têtes vides se disputent les rizières). Elle pose des problèmes dans les terroirs de Fierenana et Salampinga dont les habitants se disent justement dépendants des rizières et veulent mieux s'organiser pour profiter au maximum des surfaces restreintes de rizières. Ils ont également mentionné des problèmes de matériel, de réfection et gestion de canaux et de barrages.

Le temps limité des 3 jours ne nous a pas permis de traiter de toutes les questions de gestion communautaire ou associative des ressources. Voici pourtant quelques autres remarques qui sont apparues :

Au sujet de l'autorité villageoise (traditionnelle ou non), des problèmes de contrôle effectif et de corruption à Fierenana et Salampinga ont été mentionnés. De manière générale, on a souvent entendu dire que démocratie rimait pour les paysans de la région avec liberté absolue. Seules certaines règles traditionnelles sont strictement respectées alors que d'autres principes, même si la majorité du village les acceptant (par exemple la conservation des forêts relictuelles) sont remis en cause par manque de rigueur ou de pouvoir des *tangalamena* ou président d'ex-*Fokontany*. Dans les discussions spécifiques à ce thème, les paysans disaient généralement que les *tangalamena* et les vieux contrôlaient les jeunes, mais ils étaient majoritaires dans l'assemblée. Les habitants de Fierenana et ceux de Salampinga désireraient se regrouper autour d'une filière précise, avec si possible un appui de projet (Fierenana demanderait un fonds de départ et des appuis pour les négociations). Chacun aimerait recevoir des informations, souvent techniques mais aussi commerciales.

En fin de réunion, la priorisation générale des priorités d'améliorations clôturait cette dernière séance de travail en groupe, avant la fête d'adieu organisée par les autorités traditionnelles. La fig. 72 ci-dessous présente la vue d'ensemble de ces priorités villageoises.

Fig. 72 : Récapitulation des priorités d'amélioration de chaque assemblée villageoise

Priorité	Bemanasy/Ambodiaviavy	Fierenana/Vakampotsy	Salampinga/A/miadana
1	Intensification de la gestion des <i>tanimboly</i>	Intensification de la gestion des <i>tanimboly</i>	Amélioration de l'organisation villageoise
2	Meilleure conservation de la fertilité sur le système du <i>tavy</i> (à travers l'installation de pare-feu et une meilleure considération du relief, la protection des crêtes et des jachères améliorées)	Meilleure gestion de l'eau et intensification de la riziculture irriguée	Intensification de la gestion des <i>tanimboly</i>
3	Les autres activités sont apparues secondaires : Conservation des forêts, gestion des berges, reboisements vers le <i>tanimboly</i> , organisation des propriétés par vallons et recherche d'informations	Augmentation des activités liées à l'élevage (bœufs et volailles)	Meilleure gestion de l'eau et intensification de la riziculture irriguée
4		Meilleure conservation de la fertilité sur le système du <i>tavy</i>	Meilleure conservation de la fertilité sur le système du <i>tavy</i>
5		Reboisements	Recherche d'informations
6		Protection de forêts relictuelles	Elevage
7		Amélioration de l'organisation villageoise	Conservation des forêts et des plantes utiles et reboisements

5.4 Perspectives d'aménagement des espaces et de gestion des ressources

5.4.1 Recommandations stratégiques et opérationnelles

La cohésion sociale prime

Dans le contexte *betsimisaraka* comme dans beaucoup d'autres situations, la question de **confiance et de cohésion sociale** est centrale dans les interventions à mener. Cela paraît trivial, pourtant certaines expériences (provenant notamment d'activités de gestion contractualisée des forêts) démontrent par exemple que c'est une fois que la caisse est gérée correctement qu'une association prend vraiment sa destinée en main et que ses membres y participent de manière effective. En effet, dès qu'on traite de questions ayant trait aux finances et au commerce, les tensions augmentent et les risques de dérapage ou de blocage sont importants. L'éternelle question est de savoir si l'objectif est d'atteindre rapidement des impacts significatifs sur le plan économique, avec des effets parfois incontrôlables sur le système, ou s'il est préférable de se concentrer sur le renforcement des capacités d'organisation et de gestion (organisation communautaire villageoise, puis trésorerie y compris investissements et crédits, négociations commerciales, collectes, stockages, aspects techniques, etc.) locale, que ce soit avec des groupements ou avec des communautés villageoises.

La région de Beforona, ou plus précisément quelques villages comme Fierenana, a connu maintenant de nombreux passages d'intervenants extérieurs qui, pour l'instant et pour la plupart d'entre eux, n'ont apporté que peu d'améliorations significatives mais se sont plutôt concentrés sur la recherche d'alternatives plus durables au système actuel. Malgré tout, la confiance d'un intervenant extérieur, en particulier *vazaha* (étranger), à condition qu'il tienne ses promesses (ou plutôt qu'il ne se hasarde pas à en faire sans pouvoir maîtriser les décisions ultérieures), semble paradoxalement plus facile à gagner que le renforcement de la confiance mutuelle, la solidarité du groupe. Ce problème est très important à considérer lorsqu'on entend travailler avec des groupements ou des « paysans pilotes » : il faut absolument s'assurer que l'ensemble de la communauté comprend et accepte la démarche qui, en fin de compte, devrait lui être utile. Le souci de cohésion sociale, voire d'égalité, entraîne régulièrement une marginalisation des paysans « leaders ». S'ils s'élèvent en dessus de la masse, la pression sociale les ramène « à niveau », à l'image des nouvelles constructions qui ne peuvent pas dépasser la hauteur du *lapa*, le « palais » communautaire. Ces phénomènes renforcent l'importance d'une large concertation, voire d'une approche résolument communautaire dès le départ.

Dans les terroirs étudiés, les situations de départ diffèrent entre Bemanasy/Ambodiaviavy, Fierenana/Vakampotsy et Salampinga/Aambohimadana. Il existe même une distinction interne importante entre Bemanasy et Ambodiaviavy : le pouvoir traditionnel est fort dans les deux villages mais la population de Bemanasy est plus autonome et sereine que celle d'Ambodiaviavy, à cause de la personnalité du *tangalamena* et probablement de la proximité de la route. Les villageois redoutent encore les contrôles étatiques par rapport aux *tavy* qu'ils font, mais Bemanasy est situé trop loin pour être dérangé. Dans ces villages, l'organisation traditionnelle règle les litiges sans heurts particuliers et sans *dina* connus, mais par *kabary* (discours solennel en présence des parties impliquées, du *tangalamena* et des *ray amand'reny*, à l'allure de sermon et décisionnel). Les groupes restent directement liés aux lignages (dans les deux villages, on a presque affaire aux descendants d'un même ancêtre) et la répartition des terres également.

Dans les villages de Fierenana et Vakampotsy, les groupes sont également lignagers mais ils sont plus distants les uns des autres, de par leurs ancêtres et leurs lieux de résidence passés. Il existe trois *tarika* (groupes) à Fierenana ; le *tangalamena* vient de l'un d'entre eux alors que le *vavanjaka* (porte-parole, « vice-*tangalamena* ») provient d'un autre. Le *tangalamena* joue un rôle contesté, et ses activités se limitent souvent aux cérémonies traditionnelles. Quelques paysans ont constitué un groupement qui est resté relativement peu actif, mais la majorité des villageois espère obtenir plus de pouvoir vis-à-vis de l'extérieur. De manière générale, aucun conflit flagrant ne grèverait d'emblée un processus associatif dans ces villages, mais de nombreux aspects de l'aménagement de terroir mériteraient des formalisations et des arrangements, en particulier la gestion de l'eau et des rizières.

A Salampinga et Ambohimadana, l'immigration (en partie depuis Vatondry, situé plus à l'est sur le littoral) a provoqué de nombreux conflits et les problèmes de cohésion sociale subsistent. Un groupe

récemment arrivé, de confession adventiste, est particulièrement mal intégré au reste des villageois. Même lors de la restitution, la manière (traditionnelle ou non) de sacrifier le zébu a entraîné une polémique. C'est pour cette raison qu'ils ont placé les questions socio-organisationnelles comme priorité de développement alors que les agriculteurs des autres villages ont directement ciblé leur décision en fonction d'une activité productrice.

Dans les villages où les conflits sociaux sont importants, comme à Salampinga, il semble risqué de vouloir d'emblée travailler sur une filière économique porteuse ou un thème sensible sans s'être assuré que les structures sociales sont aptes à régler les dynamiques qui surgiraient d'un appui. Sans vouloir absolument rassembler tout le monde dans une harmonie quelquefois utopique tant les divergences peuvent être fortes, il semble indispensable de travailler sur des outils de règlement de conflits et surtout des stratégies d'organisation sociale qui puissent ensuite les limiter. Il serait évidemment dommage de ne pas mettre en pratique directement de tels outils. Pour ce faire, une approche prudente dans un domaine secondaire qui n'implique pas directement de lutte de pouvoir (par exemple les reboisements et la conservation des forêts) pourrait habituer les villageois à collaborer sans trop de heurts. Vouloir régler par exemple les questions d'élevage (différences sociales marquées) ou la gestion de l'eau pourrait amener l'intervenant extérieur à des problèmes insolubles. Dans les terroirs à cohésion sociale satisfaisante (Fieranana/Vakampotsy et Bemanasy/Ambodiaviavy), la situation est assez stable pour tenter une stratégie inverse : partir d'activités concrètes et les utiliser pour discuter de manière si possible continue des questions d'organisation villageoise et d'aménagement de l'espace.

Dans tous ces terroirs, les processus de monétarisation de l'économie des ménages sont amorcés depuis longtemps, mais il est clair que le souci d'autosuffisance, en riz surtout, bloque certaines initiatives. Les aléas climatiques et les risques du marché sont tels qu'il est délicat de vouloir proposer de l'extérieur des schémas préconçus d'exploitation agricole qui ne s'appuieraient que sur un calcul de rentabilité économique. L'appui devrait plutôt prendre la forme d'un accompagnement de processus plutôt que d'une aide ponctuelle, même importante. Cet accompagnement devrait respecter deux règles : vivre au village le plus souvent possible, si l'hébergement y est possible, et y passer régulièrement pour suivre l'évolution de la situation mais surtout pour rassurer les villageois, qui ont souvent vu des étrangers ou des projets les quitter et qui redoutent de s'investir sans que la structure d'appui puisse suivre les activités jusqu'au succès. Pour remplir ces conditions de terrain, il est préférable d'avoir recours à une personne relativement jeune et motivée comme facilitateur (le terrain de Beforona est relativement difficile de par le relief et les pluies persistantes). Ce responsable devrait si possible mettre en relation les villageois avec les interlocuteurs qu'il leur faudra, mais il serait judicieusement complété par un spécialiste du développement rural qui se rendrait également sur le terrain pour les moments forts des activités. De cette façon, la vie interne serait connue et suivie et les villageois pourraient utiliser le responsable de l'accompagnement comme relais d'information, alors que le spécialiste serait leur interlocuteur pour les questions pratiques de développement.

Comme on l'a vu, qu'ils soient prioritaires ou non, les appuis socio-organisationnels sont importants d'une part pour le développement du pouvoir des villageois face à l'extérieur (volonté de Fieranana) et d'autre part pour formaliser certaines décisions qui auront trait à la gestion des ressources et à l'aménagement. Même à Bemanasy, le terroir qui ne connaît pas encore de problèmes de production sur le *tavy*, les villageois sont prêts à investir (un peu) pour diminuer les pertes de fertilité, mais ils n'ont plus de structure normative proprement dite.

On peut tenter de dégager une sorte de schéma d'aide à la décision qui résumerait ces réflexions et qui servirait de clé lorsqu'on se questionne sur le type d'appui à fournir (fig. 73).

Fig. 73 : Evolution des points de départ des appuis en fonction des conditions sociales

Conflits existants (Salampinga)	Base sociale instable	Base sociale stable mais non-organisée (nombreux terroirs à Beforona)	Base sociale organisée et stable
Conciliations, gestion de conflits, retour sur demande	Appuis socio-organisationnels, sur un plan communautaire et activités sans risques	Appuis socio-organisationnels légers (progressifs) et passage rapide à des activités prioritaires	Appuis concrets aux filières porteuses et accompagnement de processus, y compris socio-organisationnels (associatifs)

→
Accompagnement de proximité

L'aménagement de l'espace et la gestion des ressources nécessitent des interventions externes

Dans des villages où on ne rencontre qu'une seule et même famille élargie, il est effectivement utopique de croire à un contrôle strict des activités de chacun par quelques élus. Selon la perception paysanne, la cohésion sociale est en effet beaucoup plus importante à conserver que les ressources. Il est donc primordial que des **entités de suivi et de contrôle** soient mises en place. Le pouvoir des structures traditionnelles et le processus de prise de décision locale ne doivent pas être grevés mais renforcés par cette structure. Dans la situation de Madagascar, où les processus de décentralisation et de privatisation sont en cours, il faudrait tenir compte des dynamiques du niveau régional pour envisager la composition d'une telle structure. Il serait probablement favorable qu'elle soit mixte « privée-publique » afin de limiter les problèmes inhérents aux services étatiques (problèmes d'image, de moyens et de corruption).

Certains outils ont été définis dans le cadre de la gestion des ressources naturelles, et des ressources forestières en particulier. Il s'agit d'une part de la Gestion Locale Sécurisée qui se base sur une loi récemment promulguée et qui permet d'octroyer des terres domaniales aux collectivités décentralisées sur la base d'un contrat établi au niveau de la Commune, d'autre part, de la GCF (Gestion Contractualisée des Forêts, cf. Randrianasolo, 2000) qui devient maintenant d'utilisation courante dans les stratégies de gestion durable développées par bon nombre de projets d'appui et qui fera l'objet d'un décret en phase d'élaboration. Les deux démarches prévoient un **transfert des compétences** de gestion des ressources naturelles. GELOSE (loi 96-025) prévoit une **sécurisation foncière** relative (décret SFR établi grâce à une collaboration entre l'Office National de l'environnement et la Direction des Domaines, qui n'a aucune force juridique mais représente une étape vers un autre type de sécurisation), une délimitation du terroir et des ressources naturelles (orthophotos et mesures GPS) et enfin un processus de négociation/médiation. L'ensemble aboutit à un **cahier des charges**, qui régira les rapports entre la communauté de base et leur Commune de rattachement, et à des *dina* (**conventions collectives**) qui eux régleront les rapports entre les membres de la communauté de base. La gestion contractualisée des forêts peut être établie sous une forme GELOSE, ou se baser, au niveau régional, sur des contrats de co-gestion qui lient la Circonscription des Eaux et Forêts, les Communes et les villageois, sur des *dina* villageois ou sur des « *dinabe* » qui regroupent plusieurs villages. La GCF peut également être couplée à une procédure de sécurisation foncière hors forêt si elle intègre les questions forestières à une gestion des autres ressources du terroir. Les terrains forestiers appartiennent à l'Etat et sont inaliénables alors que pour les autres zones, on peut passer par une dotation à titre collectif au nom de la Commune avec mention de la communauté bénéficiaire, ou par un tirage individuel. Si la procédure GELOSE a été suivie, la sécurisation foncière relative peut par contre être appliquée à l'ensemble du terroir.

Sans vouloir entrer dans les détails des démarches, on notera d'abord la volonté de transférer plus de compétences à la base, ensuite les possibilités même d'octroyer les terres et/ou les droits de jouissance aux villageois, et enfin le rôle central des conventions collectives (*dina*) et de la Commune. Les problèmes de généralisation de ces démarches surgissent d'une part sur un plan financier (coûts des prises de vue aériennes, médiation obligatoire pour la première procédure GELOSE d'une Commune, élaboration des plans de gestion ou cahier des charges) et d'autre part en raison de la faiblesse actuelle

des Communes rurales qui n'ont pas souvent les moyens de véritablement jouer leur rôle de suivi sur l'ensemble de leur superficie.

La sécurisation foncière semble dans tous les cas être une condition pour qu'un transfert de compétence soit effectif et que les villageois s'attachent à la durabilité de la gestion. Selon les connaissances acquises à Beforona, cette sécurisation pourrait comprendre plusieurs types de limites à distinguer : les limites du terroir ; les surfaces (souvent des vallons) qui représentent l'unité de gestion d'une famille élargie ou d'un lignage, selon les cas ; les surfaces communautaires (forêts, *sembotrano*, *tany mahery* (endroit sacré) etc.) ; finalement certaines parcelles individuelles (les *tanimboly* et les parcelles de rizières, éventuellement les reboisements si les volontés se précisent). Il semble inutile de vouloir obtenir plus de précisions à l'intérieur des grandes zones des versants de *tavy*. Afin d'alléger le travail de cartographie, il serait imaginable de se restreindre à un plan général du terroir qui préciserait les limites globales et familiales, et qui comprendrait un inventaire des forêts, espaces communautaires et *tanimboly* à l'aide de noms de lieux ou de rivières, et à un plan particulier pour les rizières. Pour les terroirs de la région, un topographe muni d'un GPS aurait peut-être besoin d'une à deux semaines dans le terroir, ce qui éviterait des dépenses excessives de photographies aériennes.

Auparavant, il faudrait par contre appuyer certaines discussions relatives aux remaniements parcellaires à réaliser pour aboutir à des surfaces les plus concentrées possibles, au moins dans les zones déboisées depuis longtemps puisque dans la zone forestière, les nouveaux *tavy* sont morcelés. Avec un degré de précision relativement général, ce type de sécurisation pourrait être directement établi de manière définitive sur la base d'un cahier des charges et de *dina* formalisés et supervisés par une entité externe au village. Ces *dina* incluent les décisions villageoises et les sanctions qui punissent certains agissements. Ils peuvent prendre la forme de plan d'aménagement simple si on y insère des principes de gestion pour les diverses ressources naturelles du terroir.

La connaissance du terrain représente une condition de réussite pour de telles activités. D'une part, il s'agit de parfaitement connaître la situation foncière du village et ses relations avec les villages avoisinants. Le terroir est une échelle primordiale dans ce genre de processus, mais il sera indispensable de rester ouvert à d'autres niveaux de planification, en particulier s'il existe des regroupements traditionnels de village (une structure nommée *telovohitra*, « les trois sommets », réunit par exemple Beforona, Fierenana, Vakampotsy, Marovolavo et Ambohimanana), si on rencontre des habitudes de collaboration liées à d'anciennes limites administratives (les *Fokontany*), si des massifs forestiers ou d'autres ressources touchent plusieurs terroirs ou enfin si des échanges de ressources ou d'autres types de collaboration sont envisageables entre les terroirs. Ce travail de proximité pourrait être la tâche du facilitateur dont nous parlions plus haut, parce qu'il semble difficile de comprendre la situation sur la base d'un seul passage ou de quelques entretiens de groupe. En effet, on y retrouve très souvent les mêmes personnes influentes et seul un séjour prolongé permet de contacter les villageois isolés, les femmes et les jeunes. Une fois qu'il connaîtrait les divers groupes ou équipes du village, il demanderait à un représentant de chacun d'eux de l'accompagner pour clarifier les limites des parcelles. Il se chargerait également d'appui aux discussions (médiation, règlement de conflit) dans le cas des remaniements parcellaires. Les villageois auraient la tâche de rencontrer les habitants des terroirs voisins ou alliés et leur présenter le projet de sécurisation et de réglementation des pratiques de gestion.

Une fois ces bases connues, le facilitateur ne devrait plus que stimuler les discussions relatives à l'organisation sociale de la communauté, à l'arrangement spatial des exploitations et à la gestion des ressources. Alors qu'on a vu le caractère prioritaire d'une organisation villageoise structurée, tous les espaces ne méritent pas forcément le même degré de précision. La planification devrait en tout cas donner les principes généraux de gestion des ressources (conservation des forêts, intensification de la riziculture, etc.) et rendre compte de la logique de développement proposée par les villageois. Pour des activités spécifiques, il serait préférable de travailler par étape, voire par projet, pour dynamiser le processus d'aménagement. Outre ces principes, on pourrait donc proposer à la population que l'ensemble ou une partie des villageois s'investit dans un projet commun pour donner une impulsion au processus. Le type d'organisation villageoise, les rôles de chaque acteur, les *dina*, cahiers des charges ou autres règlements intérieurs devront être rapidement validés par l'ensemble de la population concernée (à l'échelle du terroir, voire plus) pour laisser place si possible à une activité pratique et concrète qui permettra de rendre les tâches de planification plus vivantes.

Pour proposer un ordre de grandeur qui semble réaliste, il serait possible d'effectuer ces travaux en environ six mois et de formaliser cette transaction par un titre par exemple de co-propriété (avec assise juridique), de co-gestion (entre l'Etat, la Commune et la communauté), qui pourrait être renouvelé chaque année pendant trois ans jusqu'à ce que la structure se soit rodée, ait acquis des expériences pratiques et puisse ensuite gérer directement ses ressources sans que l'appui disparaisse mais soit disponible « sur demande », sur la base d'une bonne connaissance paysanne des possibilités d'appui existantes pour les zones rurales. Ces trois ans pourraient également représenter la fin de l'appui d'accompagnement, mais n'excluraient pas de nouvelles collaborations directes entre communautés et services d'appui.

Ce type d'accompagnement pourrait indirectement impliquer une certaine spécialisation des services d'appui (au sens large, ONG, bureaux d'étude, services étatiques, projets de coopération, etc.) qui semblerait bénéfique dans cette période où le développement rural a du mal à concrétiser ses appuis, en partie par la volonté de s'attacher aux questions socio-organisationnelles en priorité. Certains opérateurs et la majorité des paysans attendent surtout des conseils voire de nouvelles idées des intervenants extérieurs, alors que ceux-ci n'osent pas souvent prendre position de peur d'induire des activités inadéquates au contexte. Cette peur peut inhiber certaines collaborations par excès de prudence. Une sorte de paquet technologique ou référentiel de développement qui comprendrait des présentations techniques générales (le terme technique comprend ici également des outils de structuration, de gestion financière, de gestion de filières, etc.), des exemples de développement d'autres parties du monde qui sont comparables, serait utile à développer pour chacune des activités connues ou envisageables dans la région. Cet éventail permettrait de laisser les choix ouverts, tout en présentant des opportunités pratiques d'amélioration. Les paysans auraient ainsi l'occasion de choisir leurs partenaires de travail et ceux-ci pourraient ensuite réellement collaborer en permettant une discussion ouverte des avis de chacun, y compris du personnel d'appui, ce qui n'est pas contraire à l'idée du transfert de compétences ou à la responsabilisation paysanne.

Ce type de démarches entraîne deux besoins supplémentaires : d'une part, les services d'appui au sens large doivent se coordonner pour qu'on puisse alimenter puis actualiser ce **référentiel des alternatives** ou d'améliorations connues, et d'autre part des activités de **recherche** devraient être menées afin de résoudre certains blocages persistants, de découvrir certaines innovations prometteuses et de soutenir la recherche de solutions localement adaptées aux diversités malgaches.

Définition de pistes de développement villageois

Cette étape ne doit pas être surévaluée dans le sens où un schéma de développement ne peut être qu'évolutif, mais elle devrait être respectée si on croit qu'elle pourra préciser et formaliser la volonté commune des villageois à entreprendre des activités coordonnées, ou au moins discutées et approuvées en assemblée villageoise.

L'idée serait d'animer une série de réunions villageoises afin d'une part de préciser les questions d'organisation sociale restant à régler, ainsi que les potentiels communautaires ou associatifs à développer, et d'autre part de fixer les priorités agricoles de la communauté et/ou des groupes selon les cas (les groupes pouvant être des clans lignagers ou d'autres formes de groupes d'intérêt commun). Le résultat de ces discussions pourrait prendre la forme de priorités d'activités, telles qu'elles peuvent par exemple ressortir d'un diagnostic participatif, avec en plus une explication des moyens envisagés pour atteindre ces objectifs. Ces pistes de développement pourraient être synthétisées en quelques principes directeurs, ou priorités, et en quelques démarches esquissées (responsabilités dans le village, partenaires à contacter, éventuelle participation paysanne, etc.).

Il existe plusieurs techniques de diagnostic reconnues ; certaines étaient totalement réalisées par des intervenants externes et semblent trop « techniciennes » alors que d'autres (plus récentes) sont presque totalement menées par les villageois. Même si les résultats de ces diagnostics paysans sont convaincants, il serait pourtant regrettable de ne pas tenir compte de l'avis de techniciens si certains connaissent le terrain. Nous privilégierons donc une démarche de diagnostic croisé. La figure 74 présente un exemple de recoupement entre des jugements « techniciens » et les volontés paysannes.

Fig. 74 : Correspondances entre les résultats de l'analyse systémique du niveau local et les résultats de la restitution paysanne dans les trois terroirs.

Résultats de la restitution (leviers)	Intensification de la gestion du <i>tanimboly</i>	Meilleure gestion de l'eau et des rizières	Amélioration du <i>tavy</i>	Intensification de l'élevage	Organisation	Reboisements	Conservation des forêts	Recherche d'informations	Organisation des propriétés par vallon
Résultats de l'analyse systémique									
Concentration spatiale des cultures	X	-	(X)		(X)	(X)			X
Transformation et stockage des produits agricoles	-	-			(X)				
Dynamisme du marché local	(X)			(X)	(X)			(X)	
Promotion de l'élevage	-	X		X	(X)				(X)
Conditions topographiques des terroirs	(X)	(X)	X			(X)	X		X
Capacité de travail non-liée à la production agricole	-				(X)			(X)	
Introduction de conventions collectives	-		(X)	(X)	X		(X)		X
Savoir-faire technique	X	X				(X)		X	
Efficacité de l'administration	-		X		X			X	(X)
Production de riz irrigué	-	X	(X)	X					
Prévention des risques écologiques	-					(X)	(X)		
Autorités traditionnelles (<i>tangalamena</i> et <i>ray amand'reny</i>)	-	-			X		(X)		X

X : correspondance directe, même idée ; X : correspondance logique ; (X) : correspondance probable.

Lors de la restitution paysanne, certains domaines clés (commercialisation, santé, éducation, etc.) n'ont pas été traités puisqu'ils n'entraient plus dans le cadre des enquêtes ou des relevés effectués. L'analyse systémique par contre s'est basée sur une gamme relativement large de facteurs, ce qui peut expliquer pourquoi on ne trouve que peu de correspondances entre « transformation et stockage... », « capacité de travail hors production agricole », « dynamisme du marché local » et les résultats de la restitution. La variable « prévention des risques écologiques » semble être un facteur trop abstrait pour qu'elle ressorte d'un diagnostic paysan.

Les autres facteurs qui se sont révélés être des « leviers » du développement de la région rurale correspondent par contre bien aux volontés paysannes : l'intensification du *tanimboly* (qui apparaît comme catalyseur critique selon l'analyse systémique) aura très certainement une influence d'abord sur les lieux d'habitation hors saison de *tavy*, et probablement sur la concentration spatiale des cultures ; la gestion des rizières irriguées démontre une correspondance parfaite ; l'amélioration du *tavy* présente par contre une divergence par rapport aux résultats de l'analyse, mais il faut savoir que les discussions se sont concentrées sur des mesures simples d'aménagement en fonction du relief et une intensification limitée à certaines parcelles de bas de pente ; l'intensification de l'élevage démontre une correspondance parfaite et une synergie avec la gestion des rizières ; l'organisation (formulée de manière très générale lors de la restitution) correspondrait à l'établissement de conventions collectives et au recours aux autorités traditionnelles de l'analyse, et coïncide avec des commentaires qui ont émergé plusieurs fois lors des discussions informelles de terrain ; la conservation des forêts et les reboisements ne sont pas perçus comme prioritaires par les paysans (même si l'idée est facilement acceptée) et ne ressortent pas comme des leviers de l'analyse : ces activités correspondent à des mesures de conservation qui ne représentent pas des leviers de développement, mais dont les paysans comprennent l'utilité ; la recherche d'informations n'a pas semblé prioritaire lors de la restitution, mais il est probable que l'expression était également un peu vague puisque les questions techniques émergeaient surtout lors des discussions directement liées à un type de production ; enfin, l'organisation des propriétés par vallon (acceptée par

tous, mais mentionnée dans les priorités seulement du terroir boisé, le moins structuré de ce point de vue) a une correspondance directe avec les résultats de l'analyse, mais elle devrait être comprise comme une mesure préliminaire à certaines activités plus concrètes et productives pour que les villageois restent motivés et saisissent l'importance à terme d'une gestion sécurisée.

Les conditions cadres

Selon les résultats de l'analyse systémique, les conditions socio-économiques de Beforona se révèlent clairement dépendantes des conditions régionales de développement. Malheureusement, un projet externe d'appui influence difficilement l'économie régionale. On constate que le dynamisme des petits marchés de périphérie a une très grande influence sur la prospérité régionale. Le débat se situera donc plutôt sur un plan politique, en incitant les décideurs et opérateurs des centres régionaux à soutenir l'économie micro-régionale, dans l'intérêt de tous. Il serait possible de mettre les opérateurs en confiance en leur donnant des indications précises sur le potentiel de production, actuel et à venir, de la zone décentralisée et en leur présentant le degré d'organisation des communautés en question (à travers des représentants paysans).

Les autres potentiels régionaux de développement se caractérisent, toujours selon l'analyse systémique, par des offres d'activités non-agricoles (artisanat, écotourisme, etc.), par une efficacité accrue des circonscriptions administratives ainsi que par l'amélioration du réseau de desserte pour faciliter la commercialisation. En résumé, ce sont surtout des opérateurs économiques privés et des initiatives politiques nationales voire régionales qui pourront influencer significativement ce niveau.

Représentant maintenant le niveau administratif le plus bas, la Commune devrait jouer un rôle crucial à l'avenir, en particulier si l'autonomie des provinces se précise. En effet, la province de Toamasina regroupe une grande partie de la zone tropicale humide qui est touchée par le phénomène de dégradation dû à la culture sur brûlis. Les agriculteurs se retrouveraient ainsi en grande majorité confrontés aux mêmes problèmes et devraient mieux pouvoir revendiquer leurs droits. Sur le plan communal, la prise en main des affaires villageoises bute encore sur des problèmes de jeunesse, comme la délimitation administrative et villageoise, sur des difficultés générales de gestion, sur un manque de moyens (même si chaque Commune est dotée chaque année de plus de 30 Mio de Fmg, équivalent à environ 7'000 CHF) et de transparence de gestion financière.

Sur les plans administratif et politique, les élections sont encore fortement teintées de corruption (le phénomène est tel qu'il fait régulièrement la une des quotidiens de la capitale et que les politiciens tentent d'établir des codes de conduite) et les relations de clientélisme sont courantes. Au niveau commercial, les filières sont complexes et les intermédiaires nombreux, ce qui entraîne que les frais de « *riso riso* » (prélèvement de bénéfice à chaque transaction) entraînent des distorsions des prix à la production par rapport aux bénéficiaires finaux.

5.4.2 Perspectives d'interventions dans le système forêts-jachères-tavy

Considérations générales

La culture sur brûlis n'est durable ni dans les conditions actuelles de Beforona, ni dans les conditions démographiques à venir sans un changement profond des pratiques culturales. Avec la dégradation des crêtes et collines en fourrés de fougères puis en savanes, les agriculteurs sont contraints d'adopter des alternatives sans pour autant abandonner le *tavy* sur les endroits restant fertiles. Dans les terroirs encore fertiles, la pression sur les terres n'est pas suffisante pour induire des processus d'intensification agricole d'envergure. Auparavant, la culture sur brûlis était contrôlée par des agents étatiques qui vérifiaient entre autres l'installation de pare-feu et la localisation du site en fonction du relief. Aujourd'hui, il est évident que la répression n'a pas véritablement fonctionné et les causes les plus citées sont le manque de rigueur dans les tournées (lacunaires), la corruption des agents et le manque de participation de la population face à des décisions venues de l'Etat. Il est probable qu'avec une véritable concertation populaire, certains principes pourraient être établis à un niveau villageois ou communal sur la base de négociations. En effet, sans une véritable négociation entre les représentants de l'Etat et les porte-paroles des zones rurales, les lois cadres ne pourront être connues par tous ; les marges de manœuvre des paysans resteront également inconnues et ils ne pourront donc pas exprimer leurs revendications de manière formelle.

Comme l'a démontré la restitution, le *tavy* reste dans les préoccupations de tous les villageois, même si leurs volontés d'investir à l'avenir se dirigent plutôt vers le *tanimboly*, les cultures de rente en général et la riziculture irriguée dans les terroirs dégradés avec des vallées aménagables. Les alternatives directes sont relativement délicates à proposer pour l'ensemble des surfaces cultivées en *tavy* (cf. chap. 5.3).

Gestion des forêts¹⁵

Dans les terroirs agricoles, la gestion des forêts relictuelles, de crête et galeries, nécessite avant toute une formalisation de principes de conservation auxquels la majorité des villageois adhère. Cela requerra l'établissement d'un *dina* villageois, voire supra-villageois pour certaines forêts, et la présence d'une structure de confiance en cas de litiges. Il serait préférable de traiter séparément les forêts de crête, à protéger de toute intervention individuelle, des forêts galeries qui pourraient être plus facilement mêlées à des espaces privés et à certaines plantes cultivées (bambous et raphias en particulier). A l'opposé, il serait favorable de ne pas distinguer les forêts à caractère sacré des autres bosquets, afin de conférer à ces derniers les mêmes mesures de protection que les endroits sacrés. On peut noter qu'à Salampinga, un bosquet à caractère religieux a été défriché sur la base d'une simple offrande et de l'accord du *tangalamena*, parent du défricheur.

Actuellement, *dans les terroirs*, la signification rituelle des forêts (présence d'esprits, de tombeaux, de cadavres de chiens, terrains maudits, etc.) reste plus importante que leur valeur économique puisqu'elles ne présentent qu'un intérêt agricole très limité et que les ressources ligneuses et non-ligneuses y ont été fortement exploitées. Les villageois réalisent déjà des pare-feu au bord des sites sacrés, ce qui démontre qu'il est possible d'en protéger certains sites de manière durable. La photo 2 présente un exemple de feu qui a touché toute la lisière d'une forêt relictuelle sans que les terrains soient véritablement cultivés. Pour éviter ce type de gaspillage, les pare-feu pourraient ainsi être proposés pour tous les *tavy* en bordure de forêts, relictuelles ou non (photo 3).

Avant d'envisager des activités de gestion sylvicole, des décisions communautaires relatives aux exploitations prévues en forêt devraient permettre de définir grossièrement les cas (construction de maison, recherche de lianes) où l'accès est autorisé ou non. Certaines activités sylvicoles simples (dégagement d'essences localement utiles) voire certaines interventions favorisant des produits commercialisables (attention à la répartition des bénéfices) pourront être discutées progressivement. Actuellement, les priorités paysannes sont trop faibles pour qu'une intervention ait un impact significatif.

Par rapport aux défrichements dans la zone du massif forestier, il s'agit d'une part de discuter avec la population riveraine de l'aménagement des espaces situés en périphérie de forêt, si possible de manière ouverte puisque certains sols forestiers de bas de pente pourraient judicieusement être mis en valeur de manière agricole, *si une gestion conservatoire des stations forestières couvrant les sols plus fragiles est assurée*. Elle ne pourra l'être que sur la base d'une organisation villageoise ou inter-villageoise solide et d'un contrôle externe fiable. Sur le plan de la conservation de la biodiversité, la planification devrait être menée à un niveau supérieur : celui de la falaise Est, en particulier de son corridor forestier subsistant sur la crête de la falaise Est. A ce niveau, certaines stations forestières fertiles de bas de pente pourraient être intégrées à un réseau de réserves ou forêts classées de divers types.

¹⁵ La gestion des forêts de Vohidrazana, le massif forestier primaire, a été traitée par Razafy Fara (1999).

Photo 2 : Lisières brûlées à Ambodiaviavy

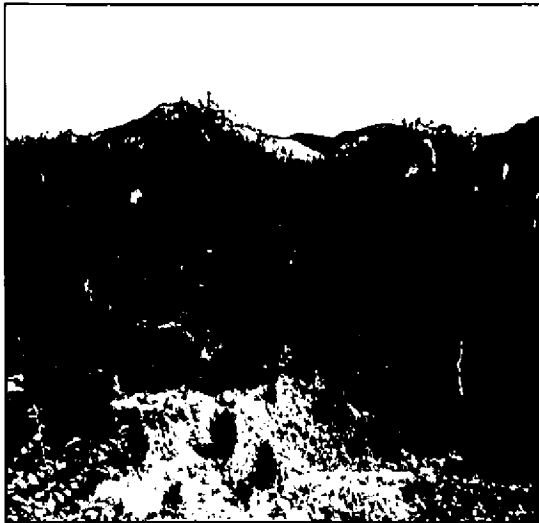
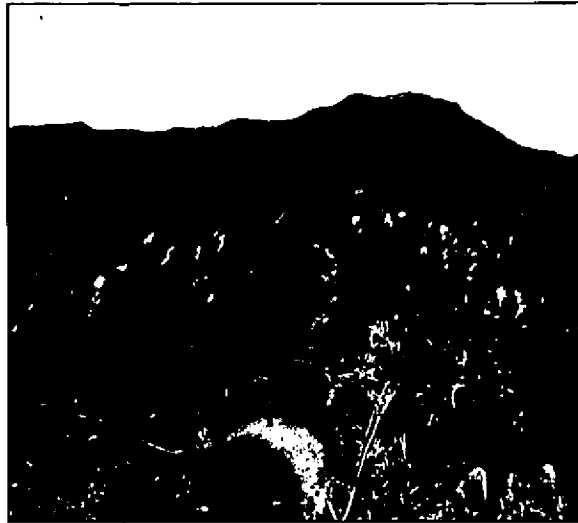


Photo 3 : Parc-feu dans le même terroir



Reprise des connaissances sur la phase de défrichement du *tavy*

Les études de l'évolution des nutriments ont démontré que les plus grosses pertes apparaissent lors du premier défrichement parce que les nutriments libérés ne peuvent pas être retenus lors de la mise à découvert du sol. L'utilisation de cette biomasse, en bois d'énergie pour la case de *tavy*, en bois de construction (photo 5) ou en bois d'œuvre, peut être conseillée sans porter atteinte au site. Cette biomasse pourrait également profiter à la station : certains essais de *tavy* sans feu ont été menés d'une part à Madagascar par le projet MAB-UNESCO à Mananara, d'autre part en Amérique du Sud par divers organismes dont le CIRAD qui préconise l'installation de plantes de couverture dès le défrichement (*Mucuna sp.*) pour accélérer la décomposition normale de cette biomasse, couvrir le sol et utiliser les nutriments au moment des premières pluies après défrichement. Messerli (à paraître), Rakotonarivo (2000) et plusieurs autres chercheurs du projet BEMA ont également mené des essais d'améliorations, du *tavy* (voir ci-dessous), des *tanimboly* et de manière générale des conditions d'amélioration du système de production, d'information et de commercialisation.

Photo 4 : Exemple d'utilisation de bois après défrichement



La technique de Mananara est intéressante parce qu'elle provient d'une adaptation paysanne du *tavy* : la zone côtière de la falaise Est comprend de nombreuses plantations de girofliers sur les hauts de versants. Une fois que les prix du girofle diminuaient trop et que les pressions devenaient trop fortes, les paysans ont voulu utiliser les terres des girofliers pour une culture de riz, et c'est sur ces terres seulement qu'ils ont défriché tôt, puis laissé la biomasse se décomposer sans mise à feu. Dans la région de Beforona, on ne trouve quasiment pas de situations semblables à Mananara. Les paysans cultivent également dans des reboisements d'Eucalyptus, mais après avoir coupé toutes les tiges ligneuses (photo 5).

Photo 5 : Installation d'un *tavy* dans un reboisement d'eucalyptus

Une diffusion de la technique « agro-écologique » du CIRAD ne serait envisageable pour les zones forestières de la région qu'à condition que la dynamique de défrichage soit maîtrisée en forêt (ce qui n'est pas encore le cas). En effet, si l'on réussissait à se montrer assez souple pour envisager certains aménagements agricoles sur des sites actuellement forestiers, ces essais pourraient être menés pour maintenir la fertilité des quelques sites à défricher. Avant de les engager, il faudra évidemment s'assurer de la disponibilité de semences de plantes de couverture et surtout de la bonne compréhension locale et générale de la logique de tels essais.

Evolution et gestion des jachères

Dans une première phase, l'observation du système sol-végétation, montre que c'est la végétation qui subit les conséquences des répétitions des défriches-brûlis : elle perd plus ou moins de sa diversité et de sa productivité selon les stations et leurs environnements floristiques. A cette étape, les espèces ligneuses se font de plus en plus rares, mais les avis paysans sont partagés quant au besoin de les conserver. Dans les terroirs où le bois d'énergie se raréfie, des sarclages sélectifs pourront poursuivre un double objectif : celui de conserver des espèces ligneuses et celui d'améliorer le sol dans le cas de l'*Albizia chinensis*, apprécié par les paysans. Ce dernier pourrait devenir favorable dans le sens d'un changement de vocation des terres si l'*Albizia* reste présent en quantité suffisante : il pourrait inciter à profiter du couvert pour implanter un *tanimboly* sur le site. Ce type de sarclage mérite d'être discuté en profondeur parce que, selon la perception paysanne de base, c'est justement le sarclage qui détermine la qualité de la régénération qui va suivre, ce qui est certainement vrai avec les plantes rhizomateuses (fougères, *Imperata*) et les autres véritables « mauvaises herbes ».

De manière générale, il convient de proposer une gestion extensive des sites de haut de pente, ce que les paysans sont prêts à entreprendre. L'idée serait donc de prévoir une gestion distincte en fonction du relief, là où les versants sont assez hauts pour prévoir deux champs qu'il faudrait installer en largeur plutôt qu'en hauteur avec une surface cultivée plus fréquemment en bas et une surface de gestion extensive (jachères de 6-10 ans) en haut. Des pare-feu seront inévitables pour empêcher que les surfaces du haut ne brûlent lors de la mise en culture du champ plus intensif.

Pour les champs de bas de pente, les résultats du travail ont démontré qu'*en moyenne*, pour les jachères utilisées pour les *tavy* (donc fourrés de fougères et savanes non comprises), les sols sont les plus pauvres après 4 ans, ce qui implique que la durée moyenne de 5 ans devrait être conservée sans innovation

technique. Bien sûr, sur certains terrains de bas-fonds, il est probable que la régénération sera plus rapide mais on pourrait avoir dans ce cas un problème de jachères trop courtes pour que son effet sur les mauvaises herbes soit suffisant (d'après les dires paysans, même après 5 ans, on n'est pas sûr qu'elles seraient vraiment éliminées).

Perceptions paysannes et processus de dégradation

D'après les paysans, les rendements sont surtout dépendants du travail du sol, du sarclage et du régime des pluies. Il est vrai que les différences de fertilité ne sont pas frappantes entre les jachères arbustives et les jachères rudérales, à l'exception de la quantité de matière organique du sol. Encore une fois, c'est la végétation qui se développe toujours moins, jusqu'à ne plus couvrir le sol de manière assez forte, ni pouvoir prospector le sol assez profondément pour diminuer ruissellement et lessivage. Elle produira moins de litière et le manque de matière organique va lui aussi réduire l'activité de la pédofaune. Ce n'est qu'une fois que le sol devient inculte que les agriculteurs perçoivent ces changements et savent qu'il faudrait travailler le sol pour essayer de le cultiver encore. Les aspects physiques du sol jouent bien évidemment un grand rôle dans ce processus. Les sols deviennent compacts à travers la diminution de la pédofaune, sous l'effet de la battance des pluies, du lessivage qui rend les argiles encore plus dominantes, et sous l'effet du ruissellement qui décape les horizons les plus riches, notamment en matière organique.

Le processus général de décomposition est donc en quelque sorte « tamponné » par le sol qui devient après chaque jachère le support cultural qui intéresse les paysans, plus que la jachère qui reste tout de même un indicateur et une source de bois et de plantes médicinales. Les analyses phytosociologiques décrivent mieux ce processus général de dégradation qu'elles ne répondent aux questions de fertilité. Elles ont l'avantage de pouvoir illustrer l'apparition des adventices. Si on s'intéresse de plus près aux questions de productivité, il est préférable de se concentrer sur les éléments qui semblent corrélés avec la production de biomasse des sites étudiés, tels que K, N et P qui représentent les éléments classiques apportés aux cultures.

Discussion critique des aspects économiques et sociaux

Si on envisageait effectivement une intensification générale des *tavy*, par des techniques permettant d'augmenter les rendements ou de diminuer la durée de jachère, il serait indispensable de bien circonscrire les actions à proposer dans un cadre de durabilité à long terme. Une telle solution ne ferait pas que renforcer le rôle central du *tavy* dans les systèmes actuels, mais elle permettrait dans un premier temps de gagner de l'espace (durée de jachère réduite), voire de l'argent (augmentation des rendements). Si l'augmentation des rendements n'est pas couplée avec une diminution de la durée des jachères, il est fort probable que les agriculteurs cultiveront les mêmes surfaces qu'aujourd'hui et vendront simplement une partie de riz plus importante. En tenant compte de la croissance démographique et des besoins en espace des jachères, il est probable qu'une solution améliorant les rendements sans permettre une culture quasiment annuelle entraînerait la poursuite de la déforestation et diminuerait les chances de modification profonde du système de production. Certaines solutions agrobiologiques, comme le paillage, le compostage, l'application progressive des cendres et des essais variétaux ont été testées par Messerli (à paraître) à Beforona, qui propose de se concentrer sur la lutte directe contre les prédateurs (*behatoka*, *Heteronychus plebeius*, et rats) et les adventices, ainsi que sur l'amélioration des jachères et une optimisation des rotations culturales.

Si on garde en tête les soucis d'autosuffisance des paysans de la zone de Beforona et en particulier le relief qui ne présente que de rares bas-fonds exploitables, la production de riz devrait rester possible pour chacun, au moins dans un premier temps. Ce qui signifie que les *tavy* ne peuvent être interdits et que même une limitation de ceux-ci à une pente de 12% (cf. ordonnance 60-127) ou à la mi-pente entraînerait de graves problèmes sociaux. Néanmoins, sans que cela n'engendre des travaux démesurés, il existe quelques possibilités de diminuer la pression sur les sites de crête et de haut de pente de pente : tout d'abord protéger les crêtes boisées, puis adapter les durées de jachères des sites de hauts de pente en permettant une intensification sur les bas de pente, lesquels comprennent des sols beaucoup plus résistants aux répétitions de culture. Ces distinctions nécessiteraient l'implantation de pare-feu. Des sarclages sélectifs, voire des recépages dans les jachères de haut de pente pourraient favoriser la régénération des plantes ligneuses utiles des jachères (espace prioritaire pour la recherche du bois d'énergie). Signalons, au sujet du choix des espèces, qu'elles devraient être utiles, courantes et de gestion facile dans un premier temps. Des recherches devraient être menées dans ce sens pour évaluer de manière précise l'écologie et

surtout l'effet de chaque essence sur le sol. *Trema orientalis* produit des nodules dans la zone d'étude mais les espèces à mycorhizes restent encore mal connues. Rakotonarivo (2000), suite aux résultats préliminaires de ce travail, a réalisé des essais avec *Trema orientalis*, *Harungana* et *Psiadia* : la jachère sélectivement sarclée produit 12% de plus de biomasse et contient 20% de plus de nutriments (enracinements plus profonds), outre le fait qu'elle est composée de davantage d'éléments ligneux et partant, d'une plus riche biodiversité.

Dans les zones difficiles à aménager en rizières, les *tavy* de bas de pente devraient donc produire si possible plus de riz pour combler le déficit entraîné par une gestion plus extensive des hauts de pente. Pour cette amélioration, ce sont d'abord des solutions avec le minimum d'intrants externes qui doivent primer. Mais elles ne sont pas nombreuses. L'idéal en pente faible pourrait se composer des pistes agrobiologiques citées dans la figure 75.

Fig. 75 : Propositions d'améliorations du *tavy*

Propositions	Effets	Intrants
Un paillage minutieux en très faible pente, avec un dégauchement des semis de riz.	Pertes par volatilisation diminuées, lessivage et adventices limités par un paillage minutieux, dégagements pour atténuer les risques d'étouffement des semis. Augmentation des rendements progressifs. Risque de prolifération des rats (selon les paysans).	Aucun, éventuellement de la biomasse importée.
L'installation de jachères améliorées ou un sarclage sélectif complété (diminution de la durée de jachère).	Apport de N par légumineuses ou P avec <i>Tithonia diversifolia</i> . Diminution de la durée de jachères. Augmentation des rendements progressive.	Semences pour légumineuses ou <i>Tithonia</i> (certaines espèces sont spontanées dans la région).
Une optimisation des rotations (3 ans de culture de suite par exemple, avec au moins une année de légumineuses).	Augmentation directe des rendements. Risque d'augmentation des adventices.	Aucun, travail de sarclage important.
L'installation de plantes de couverture entre les lignes de riz.	Apport de N par légumineuse, si possible P et K, limitation du lessivage par le couvert et la rétention de nutriments. Augmentation progressive des rendements (à tester).	Semences des plantes de couverture.
Lutte intégrée contre les prédateurs.	Diminution des pertes, donc augmentation directe des rendements.	A déterminer.
Utilisation de variétés améliorées (variétés récentes du CIRAD utilisées au Brésil, Charpentier – CIRAD Madagascar, comm. pers.).	Augmentation directe des rendements.	Semences.

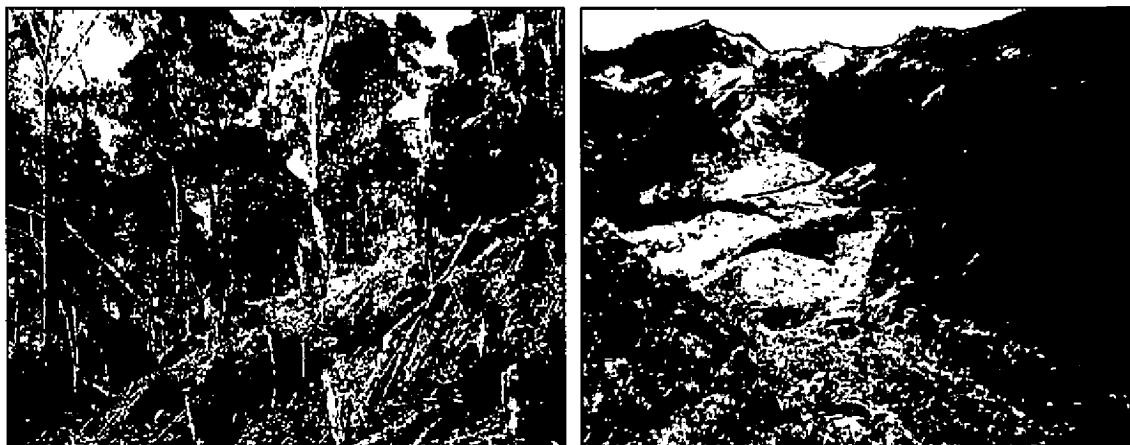
La plupart des techniques, notamment dans le cas de l'introduction de plantes de jachères améliorées et de couverture, nécessitent des appuis extérieurs dans un premier temps, notamment pour la récolte ou l'approvisionnement en semences. Dans tous les cas, des essais *on-farm* seraient nécessaires sur de petites parcelles fertiles (attention aux *tanimboly* habités à cause de la présence des poules). Dans le cas d'une volonté d'investissement plus grande (investissement des bénéficiaires des cultures de rente, accès à des crédits ruraux), l'emploi d'engrais voire d'herbicides pourrait être testé sur ces petites parcelles, notamment dans le cas de répétition des cultures.

En définitive, il est probable que si l'idée des jachères améliorées intéresse la majorité des villageois (entre le *tanimboly* et les jachères, selon les intervenants de Bemanasy), il sera indispensable de débiter selon les choix de chaque volontaire : un défrichement suivi d'un brûlis (pour éviter les rats), l'utilisation de variétés améliorées, la lutte contre les prédateurs et la répétition des cultures auront probablement les faveurs des agriculteurs. Rakotonarivo (2000) a pu déterminer que les jachères améliorées devraient être installées en même temps que les cultures, pour éviter un retour au champ après la récolte qui générerait les autres travaux agricoles. Les légumineuses *Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia* ont été semées en même temps qu'une culture de manioc (avec des associations locales de courges par exemple). Elles ont permis de limiter l'apparition de mauvaises herbes et présentaient un apport supplémentaire en nutriments de 70% sur le site, par rapport à une culture traditionnelle. *Leucaena leucocephala*, qui n'aime en principe pas les sols acides, ne croît pas bien dans les conditions de la région, alors que *Crotalaria grahamiana* ne reste compétitive qu'en bas-fonds (Rakotonarivo, 2000).

5.4.3 L'arbre hors forêt

Habituellement, les arbres isolés sont rares dans le paysage de la région de Beforona. Leur éradication débute lors du premier défrichement qui est pratiqué le plus radicalement possible, au contraire d'autres régions de Madagascar (le Menabe et la zone du Sambirano par exemple) où de nombreux arbres difficiles à abattre subsistent sur les champs. Il est possible que cette différence soit liée aux exploitations ligneuses passées de la région. Quoi qu'il en soit, il ne subsiste dans les zones de jachères et de *tavy* presque plus d'arbres hors forêts. On peut apercevoir sur les versants quelques ravenales et, dans de très rares cas, des eucalyptus sur les crêtes (village d'immigrants de Marovolavo). On aperçoit sur les photos ci-dessous le type de défrichements pratiqués (avec au début une conservation des arbres de crête) et le paysage qui peut s'ensuivre.

Photos 6 et 7 : Défrichement total dans le massif de Vohidrazana et paysage agricole dans ce même terroir.



Les arbres isolés, quelquefois regroupés, se rencontrent encore dans les vallées et certains bas-fonds. Il s'agit de rares espèces autochtones qui ont résisté sur les berges, mais surtout d'*Albizias* qui couvrent les cultures des *tanimboly* et de raphias qui se retrouvent isolés plutôt que sous la forme de raphières comme elles sont plus fréquentes sur le littoral. Des bambous (qui ne sont par définition pas des arbres mais des graminées géantes et lignifiées) sont installés également en vallée, de manière ponctuelle.

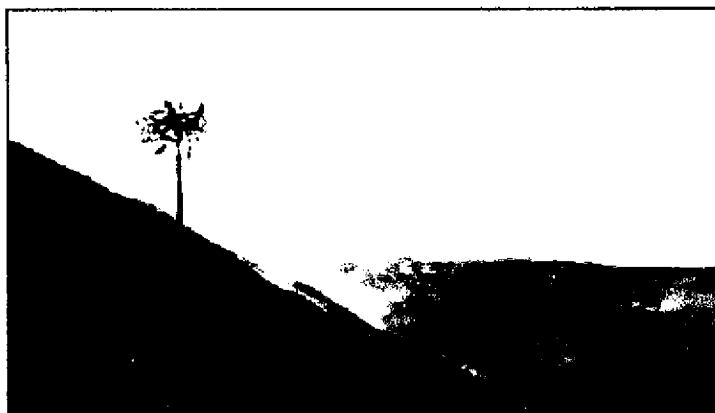
A l'instar des *Albizias* qui les recouvrent, ces autres plantes émergent à proximité des *tanimboly* pour des questions de propriété. Ce sont les ancêtres qui ont planté ces pieds, probablement sous influence externe. Alors que les fibres de raphias étaient auparavant commercialisées à Brickaville, toutes les espèces sont actuellement valorisées sur place, sauf commande exceptionnelle. Pourtant, le marché du raphia est prospère puisqu'il représentait en 1995 la troisième exportation en volume financier (19 milliards de Fmg), derrière le bois et ses dérivés et les huiles essentielles, mais devant les exportations de langoustes et de pois du Cap (Levilain, 1998). Selon le même auteur, la production en 1995 (4500t) n'atteint plus les 2/3 de ce qu'elle était dans la fin des années 60 à cause des défrichements à vocation agricole (rizières), des feux et des zébus. Il faut souligner ici qu'il n'existe que 10 exportateurs et qu'il est probable qu'aucune information commerciale n'a été dispensée en dehors des zones de collecte habituelles afin d'exploiter un maximum des raphias disponibles (également hors raphières). Certains problèmes de qualité risquent de surgir : les critères se basent sur la longueur et la largeur des fibres (épiderme supérieur des jeunes segments de 10mm de large au moins pour du « Courant ordinaire », sinon déclassé), alors que la plupart des raphias qui subsistent sont âgés et ont été souvent surexploités (la récolte de plus d'un tiers des feuilles provoque un stress).

Le point commun de ces « arbres » isolés se retrouve dans leur multifonctionnalité : les palmiers ont souvent des « cœurs » comestibles et on peut utiliser les rachis (« *baos* ») dans la construction légère, les fibres dans le petit artisanat comme le tissage de nasses, la fabrication de tiges à brochettes et le tissage de vêtements ou d'autres pièces d'utilité courante (nattes, chapeaux, etc.) ; les bambous sont utilisés également dans la construction, au transport de l'eau voire comme instrument de musique. Ils sont de plus utiles dans la fixation des berges. La promotion de toutes les activités féminines de tissage ou tissage

mériterait d'être envisagée avec les intéressées (en informant d'abord l'ensemble de la population) vu la mode actuel de retour aux produits naturels. Elles passent généralement (hors saison de *tavy*) de longues périodes à la maison, souvent celle du *tanimboly*. La question des cultures maraîchères (aux abords du *tanimboly*) et de leur concurrence avec le petit élevage mérite également une approche clairement différenciée.

De manière générale, les villageois doutent des possibilités de gestion des espèces autochtones et sont retenus par la lenteur de leur croissance. Ce problème se pose dans le cas de la domestication d'espèces : pour les reboisements par exemple, ce sont les espèces introduites, l'*Eucalyptus (robusta)* en majorité et *E. grandis*) et les pins (en général *P. khasya*) qui présentent les intérêts les plus marqués. Des *Agathis* datant de la présence du CTFT dans les années 60 ont séduit les habitants de Bemanasy, alors que les *Grevillea banksii* provoquent des réactions mitigées : leur faculté de propagation les rend capables d'envahir les cultures sous-jacentes. Même si l'activité n'est prioritaire dans aucun village, quelques expériences de reboisements présenteraient le double avantage d'habituer les gens à une gestion simple d'essences autochtones (au sens d'essais limités à une ou deux espèces utiles, comme par exemple le *rotra* pour la fabrication du *toaka gasy* ou le *jamborijano* pour ses fruits) et de leur faire profiter d'une source de bois de construction supplémentaire, voire de revenus. Ce dernier point est pourtant difficile à planifier. Une visite réalisée dans les vergers à graines du CIRAD, aux alentours de Brickaville, a permis aux villageois d'admirer les performances impressionnantes d'*Eucalyptus falcata* comme bois d'œuvre, et d'*Acacia auriculiformis* pour la production de bois de chauffe. Des appuis au reboisement ne seront possibles, si on veut éviter le type d'échec illustré par le pin isolé de la photo 8, qu'après l'établissement de relations foncières saines et sur une base de volontariat. Dans tous les cas, il sera important d'expliquer que les eucalyptus ne sont ni de bons arbres pour lutter contre l'érosion, en particulier si on brûle la litière, ni des arbres fourragers, alors que leur effet sur les débits (Poore et Fries, 1986), dans les cas ponctuels envisageables pour Beforona, ne devrait pas avoir d'influence significative. Au niveau de l'utilisation des nutriments, la période de révolution détermine l'effet des plantations puisque c'est surtout en jeunesse que les besoins sont importants. Leur potentiel de concurrence doit être considéré dans le cas de plantations mixtes : le mélange ne devrait pas être intime.

Photo 8 : Pin isolé subsistant au feu



différencier le *tanimboly* de ces derniers champs en les appelant « *tanin'tsakarivo* » ou « *tany mangahazo* ».

La diversité des *tanimboly* est relative : certains se composent de plus de 30 espèces, selon la fantaisie du propriétaire, mais de nombreux *tanimboly* actuels se composent essentiellement de bananiers, de caféiers et de quelques *Albizia*. Elle augmente en principe avec l'âge du *tanimboly* mais elle semble pourtant diminuer avec l'évolution générale des systèmes agraires. La photo 9 ci-dessous représente un jeune *tanimboly* essentiellement composé de bananiers et d'*Albizia* nus. Ce *tanimboly* est installé à Bemanasy, directement entre la vallée principale et une forêt relictuelle située au dessus, dans la zone « réservée » aux *tanimboly*. On observe en haut à droite de la photo un défrichement où le gingembre sera bientôt cultivé.

Outre l'élevage et la culture sur brûlis, les fondements traditionnels du système agraire, c'est l'agroforêt, le *tanimboly*, qui représente le nouveau pilier des stratégies des ménages (avec les rizières selon les cas). Le *tanimboly* part d'une agroforêt mais il est complété par des champs de cultures de canne à sucre, voire de manioc et de gingembre. Pourtant, si on se réfère aux dénominations locales des espaces, les paysans ont tendance à

Photo 9 : *Tanimboly* avec bananiers et *Albizia* à Bemanasy

Partant d'une volonté d'appui externe et des priorités paysannes fortement axées sur la production du *tanimboly*, en particulier de cultures de rente, les propositions d'appui doivent rester ouvertes (dans le sens du paquet technologique discuté dans le chap. 5.4.1). Il est possible de prévoir quatre axes d'intervention :

- vulgarisation de données techniques confirmées pour le traitement des bananiers, caféiers et fruitiers (disposition des plantes dans l'espace, affinité des cultures entre elles, taille, lutte contre les parasites et les ravageurs, semences, semis et plantations, calendriers, greffage, etc.) ;
- études de filières commerciales et intégration directe d'opérateurs économiques dans les réflexions à mener avec les villageois (production minimale intéressant les collecteurs, stabilité du marché, etc.) ;
- recherches économiques sur les possibilités de complémentarité des cultures à rendements annuels et des cultures à rendement différé pour assurer une certaine durabilité des revenus attendus lors de la planification d'une exploitation de *tanimboly* au sens large (y compris les cultures non-couvertes) ;
- essais *on-farm* d'adaptation de ces techniques en fonction des volontés d'investissement individuelles (en partant du *tanimboly* de départ), essais de rajeunissement des *tanimboly* et compléments ciblés selon les opportunités du marché.

Alors que les appuis socio-organisationnels discutés au chap. 5.4.1 relèvent de compétences sociologiques (au sens large) particulières et que les discussions/négociations relatives à l'aménagement des terres requièrent un forum largement multidisciplinaire, les appuis proposés dans le cas des *tanimboly* relèvent surtout des domaines agroforestiers et économiques. Dans la situation actuelle, intervenir sur le plan commercial reste effrayant pour certains techniciens agricoles ou forestiers, alors que les économistes de formation préfèrent généralement se spécialiser dans les marchés porteurs, souvent localisés en ville. Les tendances commencent actuellement à changer et on essaie de se concentrer de plus en plus sur des appuis aux filières et sur des mises en relation des acteurs de base et des opérateurs économiques. Dans ce cadre, les villageois demandent généralement un appui aux négociations et il est vrai qu'un regard externe pourrait, au moins au début, limiter les risques d'abus de la part des opérateurs.

Dans la région de Beforona, la difficulté des propositions de développement à long terme de *tanimboly* résidera dans l'art de tenir compte de leur plasticité d'aménagement pour y assurer une certaine diversité à terme, et partant, une certaine durabilité économique. En effet, actuellement, la majorité des *tanimboly* est dépendante des marchés de la banane et du café alors que les espèces fruitières sont trop parsemées pour aboutir à une collecte rationnelle (sauf peut-être les avocatiers et les agrumes). Les rares paysans qui auparavant avaient investi dans le litchi, ne serait-ce qu'avec 10-20 pieds, ont actuellement une source de revenus assurée, alors que de nombreux fruits (pamplemousses, fruits de jacquiers par exemple)

pourrissent sur place faute de débouchés. Les questions d'échelle et de diversification des risques seront centrales et devront absolument être déterminées par les acteurs de base, de manière individuelle. En effet, au niveau du terroir également, la diversité des nouveaux investissements pourra représenter un avantage pour la communauté.

C'est dans ce sens que les options commerciales devront rester si possibles diverses (ce qui implique la collaboration de différents opérateurs économiques et qui renforce le bien-fondé d'un regard économique externe) et que par contre les essais *on-farm* devront véritablement s'adapter au propriétaire. Il serait possible de débiter avec un nombre limité d'essais suivis et mesurés, et de former des groupes d'intérêt pour chacun d'entre eux qui pourraient soit essayer directement des adaptations personnelles, soit simplement échanger avec le responsable de l'essai. Dans cette optique, il faudra éviter le phénomène de rejet des « paysans pilotes » en informant l'ensemble de la population et en discutant du danger avec les intéressés.

Une fois les filières définies, les processus associatifs pourront être engagés dans un sens d'efficacité dans la commercialisation, plus que dans une idée de solidarité. Ce sont surtout les conditions de commercialisation (quantité, dates et qualité) qui détermineront ensuite la réputation des producteurs de Beforona et la poursuite de leurs relations avec divers opérateurs et collecteurs.

5.4.4 Propositions pour la formalisation de principes d'aménagement des terroirs

Durant la démarche de restitution, nous n'avons pas évoqué les phases de réalisation (aucun intervenant d'appui opérationnel n'était alors connu), de contrôle-suivi et d'évaluation (par manque de temps et parce que c'était la première fois que nous discutons de ce point qui revêt une importante dimension politique) ; ces propositions se rapportent donc aux étapes d'identification et de planification (cf. Schneider, 1996).

Possibilités d'approche de l'aménagement du terroir

L'aménagement de l'espace se basait dans les terroirs de la région sur une division en trois parties du terroir :

- les forêts, endroits de collecte et de chasse, de vénération dans certaines parties ;
- les *jinjaranto* (jachères normales) et autres jachères à signification sacrée, endroits de production de riz pluvial ;
- les *kijanaomby*, les pâturages communautaires ou lignagers pour les zébus.

Même dans les terroirs périforestiers, on peut observer des traces des anciens pâturages (*kijanaomby*) puisqu'ils ont dû subir de nombreux passages du feu. Certaines crêtes sont savanisées malgré la relative courte durée de mise en exploitation par rapport aux autres terroirs de l'Est. Le phénomène était plus fort à Salampinga puisque la majeure partie du terroir était auparavant occupée par le pâturage des habitants d'Ampasimbe, ce qui doit également expliquer le fort taux de surfaces dégradées de ce dernier. Les phénomènes d'insécurité, accentués par la présence de la route et de « *vahiny* », représentants des colons français ou de l'Etat malgache, ont probablement entraîné la disparition de ce type de stabulation libre de l'élevage bovin, alors que certaines maladies du bétail ont renforcé la réduction des cheptels. Cette réduction et l'apparition des *tanimboly* ont provoqué une remise en cause de l'aménagement traditionnel. En effet, comme les *tanimboly* ne pouvaient pas être installés dans les zones de *tavy* (risques de feu), il s'ensuivit une concurrence entre ces cultures et les bœufs. Actuellement, ce ne sont plus les *tanimboly* qui doivent être clôturés mais les bœufs qui doivent être gardés et placés dans des enclos pendant la nuit. Les zébus pâturent maintenant dans les bas-fonds (par exemple les rizières en friche), dans les *ramarasana* (champs de *tavy* abandonnés, donc début de jachère), dans certaines jachères et dans les savanes. Le gardiennage auparavant communautaire est devenu familial voire individuel.

Nouvelle petite révolution plus récente, les *tanimboly*, en tous cas les bananiers, commencent à être installés dans les zones de *tavy* et même dans les *semboirano* (cas de Fierenana). Cependant, ces bananiers ne sont dans ces cas pas toujours perçus comme des débuts de *tanimboly* et les surfaces peuvent être brûlées.

Aujourd'hui, les grandes divisions de l'espace pourraient être distinguées comme suit :

- les rizières (propriétés individuelles) ;
- les *tanimboly*, leurs alentours et les terrains de culture isolés (manioc, canne à sucre, gingembre) (propriétés individuelles) ;

- les jachères (propriétés de plus en plus familiales) et éventuellement les *jinjanaomby* et le *sembotrano* (communautaires) ;
- les forêts relictuelles (propriétés communautaires) ;
- les endroits dégradés (propriétés à discuter selon les zones).

Pourtant, puisque les composantes du système ont toujours plus tendance à s'imbriquer les unes aux autres au niveau spatial, *une distinction entre espace communautaire et privé* semble s'imposer plutôt que de vouloir définir des zones à vocation figée. S'il est possible à entreprendre, un **plan d'aménagement du terroir** simple devrait en priorité délimiter le terroir (limites villageoises), les unités d'exploitation familiales ou lignagères (en principe des vallons), les endroits communautaires, les rivières qui servent à l'irrigation et les rizières. Il devrait indiquer pour les espaces communautaires à caractère rituel si un zonage peut y être défini (intensité diverse de gestion) et quelles mesures sont à prendre. Les forêts à conserver y figureraient, de crêtes ou ripicoles, avec une mention concernant les limitations de gestion aux alentours. Les points les plus délicats à définir résulteront des discussions relatives à l'irrigation : évaluation de l'état actuel des barrages, canaux et rizières, estimation de l'évolution possible de la gestion des rivières, de l'extension des rizières, etc. Enfin, si des pâturages communs existent ou sont installés, ce plan devra également les localiser, ainsi que les possibilités de parcours du bétail.

Un plan d'aménagement de l'espace plus élaboré pourrait bien sûr fixer en outre les limites générales entre *tanimboly*, *tavy*/jachère intensif et extensif, reboisements, etc., mais cette solution semble actuellement prématurée. A l'intérieur des parcelles privées, il serait plus précis de parler d'un *plan d'exploitation* principalement agroforestier des parcelles familiales qui, de par son échelle, pourrait s'adapter plus facilement aux conditions de relief complexes de la zone.

Par contre, un tel plan d'aménagement devrait être complété par des décisions à sanctionner en assemblée villageoise : la **convention collective** qui fixerait les **principes généraux de développement** (synthèse des pistes de développement susmentionnées), **de traitement des affaires sociales** du village (notamment à propos de thèmes essentiels qui n'ont pas été directement traités dans ce travail comme la santé, l'éducation et les loisirs) et **de gestion des ressources naturelles**.

Principes de gestion des ressources naturelles

L'établissement de principes de gestion des ressources devrait être évidemment mené avec chaque terroir (ou groupe de terroirs, cf. chap. 5.4.1) et sanctionné dans ce cadre. Une synthèse conforme aux conclusions des restitutions paysannes et aux réflexions de l'équipe de recherche est présentée ici pour servir de point de départ à d'éventuels intervenants futurs à Beforona ou dans les nombreuses autres zones à caractéristiques agro-écologiques semblables. Ces principes reposent sur les postulats suivants :

- Les ressources naturelles sont divisées en ressources individuelles ou familiales (propriétés légitimes, si possible légalisées) et collectives (si possible dotation à titre collectif, contrats GELOSE ou de co-gestion pour les forêts) ; la gestion de ces ressources est de compétence locale (village et éventuellement Commune).
- Lors de la formalisation de cette division, les espaces contenant les ressources individuelles ou familiales sont concentrés autour de terres qui sont déjà de nature privée. Des échanges et autres arrangements sont menés à l'aide des autorités traditionnelles, sans qu'on veuille absolument obtenir une surface d'un seul tenant.
- Les ressources collectives sont gérées de manière communautaire selon des principes établis en assemblée villageoise et formalisés dans un *dina*. Ce sont les forêts, les espaces à caractère religieux ou mystique, les rivières qui servent à irriguer des rizières et les pâturages collectifs.
- Les ressources individuelles ou familiales sont gérées par des membres solidaires et reviendront à leurs descendants selon les coutumes établies. Les espaces sont définis en assemblée villageoise (voire supra-villageoise) et sont si possible fixés dans un plan d'aménagement. Les principes de gestion de ces espaces sont déterminés dans un *dina*. Cette convention donne le cadre général de gestion, mais les activités agricoles sont du ressort des initiatives de chacun.

Techniques de gestion des ressources naturelles : de l'agroforesterie à l'agrobiologie ?

Selon la classification de Torquebiau (1990), la majorité des cultures du terroir agraire rentre dans les techniques agroforestières : séquentielles pour l'agriculture itinérante et simultanées dans le cas des

agroforêts (parties pérennes des *tanimboly*) et des microboisements en milieu paysan. Les techniques agroforestières en disposition linéaire ne sont pas endogènes mais les haies anti-érosives semblent adéquates et correspondre aux volontés paysannes pour limiter l'érosion sur les parcelles labourées de gingembre. Plusieurs points ont déjà été discutés dans les chapitres 5.4.2 et 5.4.3 ; ils se sont principalement concentrés sur les aspects directs de gestion des ressources végétales mais de nombreuses techniques non-agroforestières peuvent entrer dans le même ordre d'idées et se montrer complémentaires : pour le gingembre, des banquettes en courbes de niveaux pourraient également être envisagées, voire des diguettes ; des foyers améliorés permettraient de diminuer la consommation de bois d'énergie ; du paillage, un apport fumure organique ou certaines associations agriculture-élevage dans le cas de l'amélioration de la fertilité, etc.

Le terme d'agrobiologie ou d'agroécologie conviendrait probablement mieux à l'idée générale de gestion des ressources naturelles qui ressort de nos études : une gestion optimale des ressources qui permet un minimum d'apport d'intrants extérieurs et qui s'adapte aux réalités biologiques (écologiques) pour assurer la durabilité de la technique.

Exemple **indicatif** de principes de gestion des ressources, selon les connaissances acquises dans les trois terroirs:

Les paysans du village choisissent d'augmenter la production des cultures de rente de leurs vergers de case et des autres champs d'autres cultures (canne à sucre, gingembre, maraîchage, etc.) pour augmenter leurs revenus et diminuer leur dépendance par rapport au *tavy*.

- Les moyens prévus sont des extensions des cultures de bananiers, caféiers et fruitiers, avec l'introduction de certaines cultures de rente à forte demande (par exemple plantes destinées à la production d'huiles essentielles, poivre, cannelle, etc.) et la poursuite de la production de gingembre avec des haies anti-érosives¹⁶.

La gestion de l'eau sera organisée selon les principes suivants (...) (restent à définir par les communautés) et la production de riz provenant des rizières sera augmentée.

- Les moyens d'y parvenir sont une extension des rizières irriguées et une gestion plus intensive grâce aux méthodes de S.R.I. (système de riziculture intensive : voir Vallois, 1996), et une meilleure gestion des adventices par l'utilisation de la légumineuse flottante *Azolla sp.*

Les revenus obtenus seront investis, outre dans les deux premières activités, dans l'élevage bovin (lié à la riziculture) et le petit élevage (la volaille gérée par les femmes). Les moyens de sécuriser l'élevage bovin et de gérer le petit élevage n'ont pas été discutés (voir Messerli, à paraître).

Les villageois gardent la pratique du *tavy* comme ressource d'appoint pour leur alimentation en riz, mais ils diminuent ses impacts sur les ressources naturelles en général.

- La gestion des *tavy* suivra les conditions topographiques des exploitations familiales et prévoira une gestion extensive des hauts de pente (dernier tiers du versant) et des crêtes secondaires pentues (durée de jachères de 6-10 ans), assurée par l'installation de pare-feu lors des cultures des champs voisins. Les cultures de riz pluvial en bas de pente pourront être suivies en dernière rotation de l'installation d'une jachère améliorée. Les rotations pourront comprendre du manioc, du gingembre, des haricots et d'autres cultures associées en étage inférieur (courges, patates douces et melons). Dans le cas du gingembre, des mesures anti-érosives seront prises.

¹⁶ Rakotonarivo (2000) a obtenu des rendements équivalents à une première culture sur une surface de ramarasana (champ de *tavy* abandonné) en bas de pente (zones pas trop humides pour éviter la pourriture des tubercules) et une augmentation de 30% du rendement du gingembre avec des haies vives de *Tephrosia vogelii* plantées simultanément mais coupées à 1m20 puis utilisées comme paillage.

Les forêts relictuelles sont strictement protégées et l'utilisation de leurs ressources fera l'objet d'une demande déposée auprès du comité décisionnel (en principe *ray amand'reny*, mais peut-être un comité de gestion villageois).

- Les membres de la communauté villageoise qui ne respecteront pas ces principes seront passibles de (...) (à définir).

Ces « principes de gestion » ressemblent sous une telle forme plutôt à des déclarations d'intention, les villageois et les médiateurs auront la charge de préciser les détails. Quoiqu'il en soit, si de tels principes (l'ensemble des engagements est relativement utopique pour un seul village) sont acceptés, une contrepartie semble indispensable. Les *dina* peuvent être établis par les villageois mais ils nécessitent un suivi/contrôle externe ; il n'y a pas de raison pour que ces engagements ne puissent pas faire l'objet d'une **contractualisation entre les villageois et la Commune, et/ou entre les villageois et les intervenants extérieurs**. En effet, tant l'Etat que parfois les projets d'appui demandent beaucoup d'efforts aux paysans sans qu'eux ne s'engagent véritablement à les soutenir, soit de manière tangible, soit pendant une durée assez longue, pour que le processus d'aménagement puisse devenir autonome. La Commune et certains services étatiques devraient s'engager d'abord à garantir la formalisation des *dina* mais surtout celles de la propriété des terres de même que l'autorisation de poursuivre le *tavy* dans les conditions énoncées. Les projets ou opérateurs économiques auraient par exemple la charge de fournir les intrants nécessaires de manière dégressive, avec une participation paysanne négociée.

6. Conclusion

6.1 Retour sur la méthodologie

6.1.1 L'approche multidisciplinaire et participative

Cette étude a été menée dans un cadre multidisciplinaire qui a évolué dans le temps, tout comme les objectifs de chaque phase du projet BEMA. Partant d'un bilan écologique des effets du *tavy* sur l'agro-écosystème, établi sur des études micro-climatiques, d'érosion, pédologiques, floristiques et agronomiques, le projet a pu y adjoindre des études socio-économiques grâce à la collaboration du projet Terre-Tany. Les aspects écologiques, socio-économiques et culturels ont pu être abordés pour établir un bilan qui tienne compte de l'ensemble des facteurs de développement. La collaboration entre les divers chercheurs, de domaines et d'origines différents, a élargi les visions de chacun et nous espérons avoir obtenu de cette manière une image relativement objective des conditions de la région de Beforona. Par contre, cette approche pourrait entraîner quelquefois une sorte de dilution des travaux dans la généralité des problèmes, alors que ceux-ci nécessitent que l'on propose des solutions opérationnelles, même provisoires. L'aspect participatif des approches, souvent influencé par quelques leaders locaux, porte en lui également des germes d'attentisme exagéré de la part des intervenants extérieurs. La compréhension de la complexité des problèmes et des effets indirects possibles en utilisant telle ou telle action inhibe le courage de passer du bilan ou du diagnostic à l'opérationnel.

Pour combler ces problèmes de « passage au développement », une valorisation des résultats de recherches a été entreprise à un niveau régional pour offrir des bases de réflexion plus larges aux décideurs. Des efforts de mise en relation des acteurs villageois avec les autres intervenants devront permettre aux villageois une meilleure capacité d'écoute et de prise de position.

Malgré ces évolutions positives, il n'a pas toujours été facile de coordonner les divers travaux, en particulier si les échéances ou les lieux de travail étaient différents. En outre, lorsque le lieu de travail était semblable, les nouveaux chercheurs ont eu des difficultés à recevoir des données non-analysées de leurs prédécesseurs, quelquefois par souci de propriété intellectuelle, plus souvent parce qu'il était délicat de prendre des positions fermes avant la fin des traitements analytiques. Souvent, les nouveaux chercheurs espèrent récolter des informations inédites, même dans les terroirs pré-étudiés, ou remettent en cause quelques informations reçues. Ce phénomène entraîne des répétitions de questions et de débats qui nuisent à la motivation villageoise. En définitive, la collaboration multidisciplinaire, ou transdisciplinaire selon les concepts, reste enrichissante dans l'esprit d'une compréhension large des processus de développement locaux et dans l'espoir de définir avec les acteurs locaux certaines portes d'entrée pragmatiques et à effet maîtrisable. Son efficacité dépend de l'ouverture des chercheurs à partager leurs informations et de la coordination des travaux, dont la difficulté ne doit pas être sous-estimée et dont le cadre devrait être discuté avec les paysans.

6.1.2 Les analyses écologiques

La réalisation simultanée d'analyses du sol et de la végétation, dans une moindre mesure de la litière, a permis de cerner le véritable processus de dégradation dû au *tavy*. En effet, sans cette approche, il n'était pas question de comprendre le transfert, par exemple au début de la jachère, des nutriments du sol dans la végétation, et de saisir l'importance de cette utilisation de biomasse sur le site, puisque ces compartiments de rétention des nutriments sont aussi fortement liés sur ces sols pauvres. Les analyses menées sur *tavy*, dans l'idée de prélever des cendres afin de définir le bilan des nutriments de la biomasse sur pied, au défrichement et enfin aux cendres, a posé des problèmes méthodologiques de mesure des cendres. Elles sont très volatiles et sujettes à exportation par ruissellement : il aurait fallu les mesurer très tôt après le brûlis puis répéter les mesures sur des endroits situés au même niveau de hauteur sur le *tavy* pour connaître plus exactement les pertes qui se déroulent à ce stade de la mise en culture. Les suivis des *tavy* (mesures régulières au champ, sol et culture) ont donné certains résultats difficiles à interpréter en raison des problèmes de précision des analyses et probablement aussi des variations fines des conditions écologiques sur le *tavy*.

Ces problèmes de précision dans les analyses ont été soupçonnés relativement tard, et ils ont entraîné une démarche de contrôle courant qu'on peut sans autre conseiller à n'importe quel laboratoire. Le programme WEPAL (Wageningen Evaluation Programme for Analytical Laboratories) permet, contre une participation financière, de recevoir des échantillons standardisés qui seront analysés par tous les laboratoires partenaires. On peut donc comparer ses propres mesures avec les résultats de l'étranger. Sur le plan des déterminations botaniques, une démarche phytosociologique requiert des connaissances précises des espèces, surtout lorsqu'il y a des phénomènes de spéciation liés à la station, puisqu'on peut retrouver deux espèces du même genre qui différencient certaines stations entre elles. Il est possible de livrer sept échantillons à une organisation américaine qui les distribuent aux spécialistes de systématique à travers le monde, mais les déterminations sont lentes à revenir et cette procédure n'a pas pu être appliquée faute de temps. Les récoltes ont été déterminées sur place, à l'aide des spécialistes locaux travaillant dans les herbiers de référence (DRFP Ambatobe et Parc de Tsimbazaza). Ce procédé remet en cause la précision de l'analyse, mais les classifications proposées restent générales et se basent sur des espèces clés connues et sur des structures fréquentes. On peut pourtant encourager les travaux de recherche en botanique systématique en vue de la valorisation des ressources pharmaceutiques et des huiles essentielles qui restent à découvrir dans cette biodiversité, et pour renforcer la sécurité lors d'appui à la gestion des ressources naturelles autochtones.

Dans l'ensemble, ces problèmes ont empêché des suivis pédologiques très fins, sur un même site par exemple, mais les moyennes tirées de sites comparables (relief, âge de jachère) permettent d'obtenir des généralisations significatives. Les problèmes de détermination sont gênants dans le sens de la discussion des plantes utiles : les caractéristiques des parties utilisées peuvent rapidement varier d'une espèce à l'autre. L'analyse phytosociologique permet donc de décrire l'évolution de la dégradation floristique, mais les relations directes entre les groupements décrits et leur support pédologique restent difficiles pour pouvoir en tirer des conclusions quant au potentiel agricole d'un groupement de jachères donné.

La confrontation des résultats de diverses analyses, dans un paquet de programme comme Mulva, et entre ce logiciel et Canoco, permet de confirmer les résultats lorsqu'ils se répètent. Pourtant, avec le nombre de variables analysées, surtout dans des systèmes aussi dépendants entre eux que sol et végétation, la complexité des interactions est telle qu'elle interdit a priori une interprétation exhaustive de la variation. Les tests statistiques permettent de limiter le poids des variables non significatives, dont le nombre sinon, même avec de faibles valeurs de corrélation, peut entraîner de fausses interprétations. C'est pourquoi seules les grandes lignes des processus écologiques du sol ont été discutées.

Les diversités méthodologiques ou surtout la diversité des chercheurs, des procédures de détermination, des périodes de prélèvement et enfin de motivation, ont également soulevé un problème de collaboration (quelquefois inévitable selon les écoles) et ont provoqué la nécessité d'appliquer des analyses statistiques que Borcard (non publié) appelle « pompiers », c'est-à-dire qui tentent d'atténuer les problèmes inhérents aux lacunes du plan d'échantillonnage. Malgré tout, les valeurs calculées lors des analyses sont dans les ordres de grandeur habituelle pour des relevés issus de milieux naturels, et le gradient de dégradation apparaît bien dans les résultats.

Alors que les processus généraux ont ainsi pu être décrits, les véritables processus de concurrence et compétition entre les plantes auraient mérité plus d'attention pour aboutir à certains résultats appliqués, comme les possibilités de gestion des plantes adventices (*Imperata cylindrica*) ou des plantes à forte capacité de propagation comme *Lantana camara*, *Rubus mollucanus* et *Aframomum angustifolium*. Lorsque des phénomènes d'allélopathie sont connus (*Imperata*), ou lorsque la propagation végétative domine (rhizomes d'*Aframomum*, de *Pteridium*, marcottages de *Rubus*, etc.), les phénomènes de voisinage ou de reprise (rejets de souche ou de racine) deviennent prioritaires dans l'évolution d'un système aussi fortement et régulièrement perturbé. Sauf pour ce qui concerne l'amélioration des connaissances sur la valorisation de la biodiversité et les phénomènes de voisinage cités, les recherches à venir pourraient, en règle générale, s'orienter de manière plus conséquente vers l'homme, et dans le cas de Beforona, vers des sujets traitant des possibilités d'intensification des *tanimboly* et des rizières en tenant compte des aspects sociaux incontournables.

6.1.3 Les enquêtes sur l'utilisation des ressources

Les enquêtes ont été basées sur un échantillonnage raisonné en fonction de la représentation des groupes sociaux importants : hommes et femmes, jeunes et vieux. Lorsque d'autres différences sociales étaient

connues, comme les groupes de Fierenana et les différences de « richesse » à Salampinga, ces données résultant d'enquêtes informelles de départ ont été intégrées au fur et à mesure de la sélection des personnes à enquêter.

Certains commentaires ressortent de cette démarche menée par un profane en matière d'enquêtes socio-économiques : d'abord la pertinence de tester chaque questionnaire ou enquête informelle auprès de personnes ressources si possible amies afin d'éviter d'éventuelles frustrations (qui dans notre cas sont apparues à cause de la durée de l'enquête, qui ne devrait pas excéder 2 heures), ensuite la grande différence entre les quantités d'information obtenues avec les villageois qui nous hébergeaient et celles dispensées par des enquêtés à motivation et confiance plus limitées. Dans le cadre de recherches académiques, les consignes peuvent diverger mais il semble que pour des enquêtes relativement générales (description du calendrier agricole, de l'utilisation des espaces, etc.), des recoupements de résultats obtenus auprès de diverses personnes ressources (selon les critères pré-définis mais sans répétition de plus de deux à trois personnes par groupe cible) auraient presque permis d'aboutir aux mêmes conclusions, en perdant tout de même la sécurité des quelques calculs réalisés dans notre cas sur 42 ménages.

Les cas où la répétition des enquêtes devient importante se présentent plus dans des inventaires, par exemple des plantes utiles (presque chaque nouveau ménage apportait une nouvelle espèce ou ressource locale utile) et dans la recherche d'innovations endogènes, par exemple à propos des techniques culturelles. Ces thèmes, en particulier la recherche d'initiatives locales de gestion améliorée des ressources, pourraient être vivement conseillés à l'avenir, mais sur une échelle plus vaste que la région étudiée.

6.1.4 La cartographie des terroirs

Nous disposons d'une bonne carte de base avec des courbes de niveau et le réseau hydrographique de chaque terroir à l'échelle 1/100'000. La cartographie *de terrain* a permis de sortir des sentiers battus du terroir, puisque l'ensemble de la surface du terroir a été observé, en particulier depuis les crêtes dominantes. Le travail a duré environ deux semaines par groupe de 2 villages (5-10 km²). Cartographier chaque parcelle fut fastidieux et le nombre de variables relevées fut plus nombreux que ce qui a réellement été utilisé dans le SIG. A l'avenir, une base établie sur des images satellites récentes et précises (pixels de 10m) devrait éviter ce long travail, ce qui n'exclura pas une vérification de terrain et, si possible, une délimitation des propriétés traditionnelles.

En outre, l'utilisation du SIG, dans le cadre de projets de développement ou d'entreprises, devrait généralement être déléguée à des opérateurs spécialisés pour éviter d'y perdre ses données ou trop de temps. Malgré une interface abordable, l'utilisation de ces logiciels requiert un grand nombre de réflexes et procédures qu'il est dommage de ne maîtriser que pour une seule application, si on ne pense pas se spécialiser dans l'utilisation du logiciel. Ces programmes sont d'ailleurs souvent exploités avec trop de concentration placée sur la forme plutôt que sur leur potentiel d'application, mais il faut reconnaître qu'ils clarifient quelquefois les présentations et exercent une influence positive sur les présentations destinées aux supérieurs, décideurs ou bailleurs.

6.1.5 Les « méta-analyses » : analyse systémique et restitution paysanne

L'expérience de l'analyse systémique fut concluante pour synthétiser les idées des divers concepteurs (malgaches ou expatriés) qui ont tenté l'expérience. Les résultats n'apportent pas directement de surprises si le travail a été mené avec rigueur, puisque les interprétations proviennent de jugements deux par deux réalisés par l'équipe. En cas de doute, l'exercice permet néanmoins de prioriser les activités à mener et d'illustrer en deux dimensions les relations complexes des variables ou facteurs clés entre eux.

La restitution nous paraît indispensable sur le plan d'une éthique de recherche véritablement participative. Les villageois sont toujours restés accueillants, mais ils avaient logiquement toute une série de demandes restées sans réponse ; il était donc nécessaire de partager au moins les quelques résultats de ce travail. Par les débats qu'elle a engendrés, elle a aussi apporté de nombreux enseignements. Les discussions finales de groupe nous ont fait regretter de ne pas avoir débuté plus tôt les discussions en large assemblée, afin de les mener jusqu'à des principes ou projets qui n'ont pu être ici que proposés sans validation locale ultérieure. Enfin, au début comme à la fin, il est également avantageux de réunir tous les villageois pour

s'assurer de la bonne compréhension de nos intentions et de la véracité de nos propos, mais surtout une circulation des informations au sein du village.

6.2 Conclusion générale

6.2.1 La complexité des conditions cadres rend les appuis difficiles bien que nécessaires

Lorsqu'on vit à peu près deux ans dans la région de Beforona, sous la pression incessante des villageois qui demandent un appui plus concret, les remises en question sont fréquentes pour les chercheurs. Par bonheur, le projet Terre-Tany a, après environ quatre ans d'existence, mandaté une ONG d'appui au développement rural pour apaiser la soif de savoir et de volonté de développement des paysans. Pourtant, cette ONG, comme de nombreux intervenants, s'est trouvée épuisée une fois épuisé l'attirail des solutions communes et souvent efficaces (formation en SRI ou système de riziculture intensive, appui à la construction de grenier communautaire et d'un dispensaire). Elle a trouvé des difficultés à définir de véritables solutions provenant du projet BEMA (nous débutons la recherche de solutions) et à rencontrer des résultats probants sur le terrain. Actuellement, et c'était la volonté des chercheurs qui savaient leur projet limité dans le temps, un projet de développement financé par l'USAID (aide au développement américaine) s'attache encore à résoudre de manière opérationnelle le problème du *tavy*, en suivant en grande partie les recommandations du projet BEMA et en s'en donnant les moyens. Ils ont mis sur pied un centre de diffusion et d'intensification agricole.

Ces alternances sont habituelles et malheureusement compréhensibles dans l'aide au développement : les responsables peuvent changer, et parfois avec eux les approches ou propositions techniques, les bailleurs peuvent se relayer ou pire, quitter la zone. En général, les opérateurs de développement étrangers cherchent bien sûr à passer par des institutions locales pour qu'elles puissent assurer la continuité de l'appui, mais ils se heurtent parfois à des services techniques en proie à des difficultés de fonctionnement (par exemple lorsque les fonctionnaires sont obligés de trouver des activités annexes pour nourrir leurs familles) ou à des bureaux d'études ou ONG qui ne sont pas nombreux et dont les compétences ne sont pas toujours à la hauteur des attentes élevées des bailleurs. Dans ce dernier cas, une réaction possible serait de créer ou d'appuyer directement les institutions présentes, ce qui peut rapidement entraîner un phénomène de dépendance directe. Dans ce tableau un peu trop noir de la réalité, en fin de compte, les villageois restent coupés du monde politico-administratif, des appuis étatiques qui pourraient être durables (agriculture, foresterie, foncier, etc.), des crédits d'investissement et, en résumé, du monde des informations pertinentes. Leurs interlocuteurs restent la majeure partie du temps des petits commerçants ou des collecteurs qui se sont concentrés sur les produits sûrs (banane, gingembre, litchis entre autres) et qui n'ont pas énormément de nouvelles idées de commercialisation.

A l'opposé, le « monde des informations pertinentes » qui proviennent du monde rural est également difficile à percevoir depuis le haut, c'est-à-dire depuis les niveaux décisionnels (régional, provincial ou national), tant les informations sont parfois lacunaires ou tendancieuses. A titre d'exemple, un quotidien d'Antananarivo proposait de reconsidérer la législation, en se plaignant de la pollution qui attaquait la capitale au mois de novembre : « provoquer un feu de brousse ne devrait plus être un simple délit, mais un crime... ». On a quelquefois l'impression que chacun vit dans son milieu sans vouloir s'immiscer dans les affaires d'autrui : les politiciens, les opérateurs, les spécialistes du développement, les dirigeants communaux et enfin les villageois. C'est pour contrer ce type de problème et atteindre un niveau de représentativité supérieur des données que la phase finale du projet BEMA a comme objectif de présenter une extrapolation régionale des recherches, sur la base de données récentes et fiables (Nambena, à paraître), et de promouvoir la communication entre le monde rural de Beforona et l'extérieur. Des recherches toujours plus appliquées se poursuivent (Kistler, à paraître) ; elles se penchent sur les conditions nécessaires à assurer un véritable « passage au développement ». Actuellement, une phase de restitution paysanne des résultats et de larges campagnes d'information sont en œuvre afin de mobiliser le plus d'intervenants et de décideurs possibles à travers divers moyens de communication, notamment des ateliers participatifs de réflexion.

6.2.2 Le processus écologique du *tavy*

Une des ambitions de ce travail était de pouvoir donner des bases de décision sur la problématique du *tavy*, et de proposer quelques pistes de travail si des appuis opérationnels devaient voir le jour. La problématique du *tavy* a été abordée au niveau de la durabilité des ressources naturelles, en observant

l'évolution du système sol-végétation pendant un cycle de culture sur brûlis et en extrapolant les divers relevés pour comprendre l'évolution du système à long terme.

Les résultats ont permis de décrire le **processus de dégradation à long terme** (répétition des cycles de culture sur brûlis) et ont démontré qu'on peut en reconnaître les étapes à l'aide d'analyses floristiques. Les sols forestiers du début de ce processus et les sols de savanes de la fin de la dégradation sont acides alors qu'on assiste entre-temps à une augmentation des bases échangeables. Les analyses écologiques menées sur la base des groupements floristiques démontrent la *corrélation du processus à long terme avec les bases échangeables et l'aluminium*. Le **processus de « régénération » des jachères**, la partie non cultivée du cycle de culture sur brûlis, s'avère déterminant pour les rendements cultureux attendus. Utilisée comme indicateur, *la production de biomasse des jachères cultivées a démontré une corrélation avec les éléments N, P et K*. Des carences en phosphore semblent être un facteur limitant pour la production agricole mais, à quelques exceptions près (groupements à *Solanum torvum*, plantes indicatrices d'azote, voir chap. 4), il n'est malheureusement pas possible sur la base de nos données d'associer des formations végétales à des caractéristiques pédologiques fines. Le relief joue un rôle déterminant par rapport aux facultés de résistance des sols et c'est probablement le critère le plus fiable à utiliser dans les discussions relatives à l'aménagement. En effet, dans le terroir dégradé de Salampinga, seuls les sols de haut de pente deviennent compacts et acides, couverts de fourrés de fougères ou des savanes à *Aristida*. Les sols de bas de pente supportent sur le plan de la fertilité la répétition des mises en culture, mais le travail au champ est rendu difficile à cause de l'apparition de plus en plus d'adventices.

Dans le cas de Beforona, il convient de revoir dans une optique topographique le débat qui divise les spécialistes quant au problème principal de la culture sur brûlis, les uns désignant l'apparition des mauvaises herbes et les autres la baisse de fertilité. En effet, si les stations (par exemple de haut de pente) sont fragiles au début de la mise en culture, la fertilité du sol représentera en fin de course le facteur limitant (et sera couplé avec des difficultés de sarclage avant son abandon), alors que sur les sites naturellement plus fertiles, les mauvaises herbes représenteront à elles seules le facteur perturbateur et la raison de mise en jachère. Si les stations sont fragiles au début de la mise en culture, la fertilité du sol représentera en fin de course le facteur limitant (et sera couplé avec des difficultés de sarclage avant son abandon), alors que sur les sites naturellement plus fertiles, les mauvaises herbes représenteront à elles seules le facteur perturbateur et la raison de mise en jachère.

6.2.3 De la forêt aux ressources secondaires et à l'agroforêt

Dans les terroirs déforestés, le rôle spirituel des forêts relictuelles leur confère un statut particulier qui leur a permis de garder un couvert arboré mais fortement perturbé par des exploitations à portée locale. Elles ne comprennent plus de ressources économiques importantes et subsistent généralement sur des sols marginaux, caillouteux ou très pentus. Les produits que la forêt originelle offrait ont donc dû trouver une substitution dans les espaces défrichés. Le bois de construction est encore recherché dans les forêts relictuelles, mais aussi dans les reboisements et les vieilles jachères. Le bois d'énergie provient en grande partie des jachères et quelquefois des *tanimboly* dans les terroirs dégradés. Les plantes médicinales sont récoltées dans tous les types d'espace, avec encore une préférence pour les espaces boisés. Ce sont surtout les ressources ligneuses secondaires (*Harungana*, *Psiadia*, *Eugenia spp.*, etc.) des jachères ou celles qui supportent des sols superficiels et très acides (*Weinmannia spp.*, *Dichaethantera spp.*, etc.) qui offrent ces possibilités de substitution. Vu que le climat permet une régénération relativement bonne de ces ressources ligneuses, on n'observe pas de gestion active de ces ressources.

L'arbre ou plus précisément les espèces à fonctions multiples ont par contre pris de l'importance dans les zones non-brûlées des bas-fonds. *Albizia chinensis*, arbre de couverture à feuillage caduc, est présent dans chaque terroir ; son effet fertilisant est reconnu et son ombrage très modéré est apprécié, en particulier lorsque les caféiers sont matures. Les ravenales, supportant le feu, sont nombreux en dessous de 800m d'altitude (leur limite naturelle d'extension d'après Koechlin et al., 1997) où ils correspondent à un indicateur de dégradation mais également à une source de matériaux de construction. Les raphias, autrefois plantés dans un but commercial, restent utiles pour la confection des rabanes, vêtements traditionnels, et d'autres produits d'usage courant. Les bambous entrent dans la même catégorie des espèces à usages multiples, appréciées et plantées de manière ponctuelle.

Avec le peu de forêts qui leur reste, les espaces secondaires et les arbres à fonctions multiples, les paysans de Beforona peuvent subvenir à leurs besoins courants en matériel de construction et en bois de chauffe.

Ce qu'ils regrettent probablement le plus depuis la disparition des grands massifs ne sont que deux produits disparus : les produits de chasse et les arbres à valeur commerciale (outre quelques produits particuliers nécessitant des grands diamètres comme les mortiers et les « tranches de bois » servant à protéger les greniers à riz).

Avec la population actuelle mais sans les défrichements massifs constatés, il est probable qu'un environnement forestier ne permettrait pas non plus de satisfaire les besoins paysans en produits alimentaires et en revenus financiers à cause des difficultés d'exploitation ligneuse (mauvaise desserte et filière rapportant relativement peu aux bûcherons). Ce qu'ils demandent aujourd'hui est très simple : une sécurité alimentaire, principalement en riz, et des revenus leur permettant de suivre l'évolution des prix des produits de première nécessité.

Comme on est arrivé à un stade où les besoins monétaires entraînent des ventes de riz de *tavy* lors de chaque récolte, et que le riz restant ne suffira pas jusqu'à la prochaine récolte, **la combinaison idéale de la production vivrière autoconsommée et de la production de rente est devenue le centre des préoccupations**. Les productions de rente offrant les meilleurs retours au travail (rendement financier par jour de travail investi) deviennent prioritaires dans les choix d'avenir à réaliser.

De ce point de vue, les arbres ou arbustes présentent justement un avantage important : même s'ils demandent un effort d'investissement important lors de leur installation, une fois adultes, ils produisent à moindre frais puisque leur entretien est relativement simple. C'est ainsi qu'actuellement, les plantations de caféiers, bananiers et fruitiers offrent le meilleur retour au travail des cultures paysannes. *En définitive, c'est l'arbre à fonction commerciale qui est devenu l'objet d'une gestion paysanne et le noyau d'activités non agroforestières qui se rattachent actuellement au concept du *tanimboly*.*

Malgré les revenus offerts par les cultures de rente, les paysans de Beforona se méfient à juste titre des marchés qu'ils ne maîtrisent pas (par exemple celui du café) et c'est sur le plan des investissements agricoles qu'ils devront faire les bons choix. Pour prendre un exemple, d'après le Ministère de l'agriculture, un dixième de la production de bananes pourrait sur place, ce qui représente 26'000t, en particulier à cause des problèmes de transport ferroviaire du nord de notre zone d'étude (région de Loriandava) (DMD n°677, 27.4.00). En revanche, l'offre de piments, cultivés pour l'autoconsommation dans les *tanimboly*, ne suit pas la demande des îles avoisinantes de l'Océan Indien (même DMD).

6.2.4 Les pistes de travail en vue d'un aménagement

Les pistes de travail (chap. 5.4), à prendre de manière modulaire selon les conditions locales d'autres terroirs du versant Est, sont destinées à un projet, une ONG ou une plate-forme de développement qui entend mener une action qui sera suivie à long terme (environ 10 ans) mais dont l'intensité ne sera pas trop forte. Ces structures d'appui pourraient dans l'idéal contracter d'abord des accords avec les paysans, sur une base concertée, avant de présenter des demandes de crédit auprès de bailleurs potentiels. Cela signifie que les objectifs résulteront d'une négociation avec les paysans, ce qui pourrait éliminer quelques distorsions entre « l'offre et la demande » mais qui n'empêcherait pas des actions directes des bailleurs (recherche, dialogue des politiques, etc.). Cela signifie aussi que les paysans devront s'engager à respecter leur contrat et qu'ils ne deviendront pas des « assistés » qui attendent d'éventuels appuis, mais des collaborateurs qui ont délibérément choisi la démarche de travail.

L'approche se baserait sur une évaluation préliminaire des conditions sociales générales et de l'organisation préétablie dans les terroirs qui sont intéressés à collaborer. Selon l'organisation sociale des villageois, une méthode directe (appuis à des initiatives d'intensification et des filières) ou une méthode indirecte (appuis socio-organisationnels) est proposée. Dans les terroirs organisés, c'est l'appui direct qui peut servir de porte d'entrée à un appui socio-organisationnel communautaire, si les volontés sont présentes. Dans les terroirs à structure sociale instable, c'est l'inverse : la porte d'entrée pourrait être socio-organisationnelle, tout en veillant à conserver certaines activités opérationnelles. Un accompagnateur de terrain, habitant régulièrement le village, est proposé afin de garantir une communication régulière au début du processus et afin de procéder à quelques premières observations et animations de réunion.

Dans chacune des démarches, afin de responsabiliser les paysans dans leurs activités, une sécurisation foncière et/ou un appui à une gestion de terroir concertée et durable sont envisagés pour donner un cadre

précis aux priorités et décisions qui émergeront des débats. La participation de la Commune et d'une structure mixte (privé-public) de suivi et contrôle à la formalisation de ces décisions est souhaitée si ces institutions peuvent s'engager en contrepartie à valider, défendre et suivre les activités proposées.

Comme l'aménagement suggéré reste un processus, et que celui-ci est mené par les villageois, c'est un accompagnement de processus qui est proposé comme appui à donner. Comme l'évolution écologique mais surtout la place de la culture sur brûlis dans le système agraire est connue, de même que les priorités paysannes, certaines pistes d'interventions directes, en grande partie choisies par les villageois, peuvent être discutées pour Beforona : il s'agit d'abord d'une intensification de la gestion des autres cultures que le riz, dans le *tanimboly*, avec des cultures de rente et à travers des filières connues (contacts avec les opérateurs ou collecteurs principaux). Cette intensification bénéficierait d'une sorte de remaniement parcellaire (idée également acceptée par les assemblées villageoises lors de la restitution) qui concentrerait la majorité des parcelles familiales ou individuelles autour de leur *tanimboly*. En deuxième priorité, l'amélioration de la riziculture irriguée intéresse les paysans et pour ce faire, la gestion de l'eau devra être discutée à nouveau sur le plan communautaire.

Les acteurs qui interviendraient dans une démarche d'aménagement rempliraient divers rôles. Après avoir acquis la confiance des villageois, un facilitateur serait chargé du suivi régulier des activités, de la circulation et de la recherche d'informations. Un spécialiste du développement rural se chargerait des appuis à donner dans les moments forts (diagnostic, négociation, planification, etc.) et de la récolte d'informations techniques au sens large qui pourraient alimenter une sorte de référentiel de développement, de paquet technologique. Les autres acteurs occuperaient des fonctions administratives (services techniques), politiques (Maire et conseil communal) et bien sûr économiques dans le cadre des activités de commercialisation. C'est parmi ces acteurs qu'une entité de suivi pourrait être définie, par exemple au sein d'une plate-forme locale de développement. Schématisée, la démarche suivrait donc les étapes suivantes :

- Prise de contact avec les habitants d'un terroir demandeur d'appui
- Contractualisation entre les villageois et les intervenants externes
- Appui à un processus de diagnostic villageois
- Etablissement d'un schéma de développement
- Passage du schéma à un ou quelques projets pragmatiques prioritaires ; prise de contact avec la Commune et les services techniques, validation et si possible appui
- Réalisation du projet, en parallèle réflexions participatives sur l'organisation villageoise générale, sur l'accès aux terres, le processus de commercialisation
- Evaluation des impacts des projets ; reprise des réflexions d'aménagement, de structuration ; planification des projets suivants.
- Abandon de l'accompagnement régulier, présence des intervenants sur demande, projets proposés à diverses entités ; ouverture vers l'extérieur, relations renforcées avec le monde politico-administratif et les opérateurs économiques

Bibliographie

- Achhireddy, N.R., Singh, M., Achhireddy, L.L., Nigg, H.N. and Nagy, S., 1985 : Isolation and partial characterization of phytotoxic compounds from Lantana (*Lantana camara* L.). *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 11, No 8.
- Adedeji, F.O., 1984 : Nutrient cycles and successional changes following shifting cultivation practice in moist semi-deciduous forests in Nigeria. *Forest Ecology and Management* 9 : 87-99.
- Ahn, P.M., 1970 : *West African Agriculture*. Vol. 1, *West African Soils*. Oxford University Press. London.
- Alexandre, D.Y., 1978 : Observation sur le comportement de *Trema guineensis* en basse Côte d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM série biologique* 13. 256-261.
- Allen, W., 1965: *The African Husbandman*. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Althabe, G., 1968: *Problèmes économiques des communautés villageoises de la côte orientale malgache*. Terre Malgache.
- Althabe, G., 1982: *Oppression et libération dans l'imaginaire. Les communautés villageoises de la côte orientale de Madagascar*. Maspéro.
- Amelung, T. and Diehl, M., 1992 : Deforestation of Tropical Rain Forests. In : *Economic Causes and Impact on Development*. Mohr, J. C. B. Tübingen.
- Anderson and Ingram, 1989 : *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. CAB international.
- Andriamihaja, R., 1998: La dynamique du système de commercialisation. In : *Les stratégies endogènes et la gestion des ressources naturelles dans la région de Beforona – résultats des recherches pluridisciplinaires de la phase 1995 à 1998*. Cahiers Terre-Tany no 8, juin 1998. Madagascar.
- Andriessse, J.P. and Schelhaas, R.M., 1987 : A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 19 : 285-332.
- Bandy, D.E. and Sanchez, P., 1986: Post-clearing soil management alternatives for sustained production in the Amazon. In: Lal R., Sanchez P.A., Cummings R.W., (Eds.) 1986: *Land clearing and development in the tropics*. Balkema. Rotterdam. 347-361.
- Bandy, D.E., Garrity, D.P., Sanchez, P.A., 1993 : *L'agriculture itinérante : un problème mondial. L'agroforesterie aujourd'hui*. Juillet-Septembre 1993.
- Barbier, E.B., 1997 : The economic determinants of land degradation in developing countries. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 352. 891-899.
- Bargatzky, E., 1986 : *Einführung in der Kulturökologie : Umwelt, Kultur und Gesellschaft*. Ethnologisches Paperback, Reimer. Berlin.
- Batchelder, R.B., 1967 : Spatial and temporal patterns of fire in the tropical world. In : *Proceedings, Sixth Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 171-208. Tallahassee, Florida.
- Battistini, R. et Hoerner, J.M., 1986 : *Géographie de Madagascar*. Edicef – SEDES, Paris.
- Battistini, R. et Richard-Vindard, G., (Eds.), 1972: *Biogeography and Ecology in Madagascar*. Dr. W. Junk B.V. The Hague.
- Battistini, R. et Vérin, P., 1972 : *Man and Environment in Madagascar*. In : Battistini, R. and Richard-Vindard, G., (Eds.), 1972: *Biogeography and Ecology in Madagascar*. Dr. W. Junk B.V. The Hague.
- Bebwa, B. et Lejoly, J., 1993 : Soil organic matter dynamics and mineral nutrients content in a traditional fallow system in Zaire. In : *Soil Organic Matter and Sustainability of Tropical Agriculture* (Mulongoy, K. et Merckx, R. Eds). IITA/K. U. Leuven. Wiley-Sayce Co-Publication.
- Begon, M., Harper, J.L. et Townsend, C.R., 1996 : *Ecology – Individuals, Populations and Communities*. 3rd ed. Blackwell Science. Oxford.

- Beets, W.C., 1990: Raising and Sustaining Productivity of Smallholder Farming Systems in the Tropics. AgBé Publishing, Alkmaar.
- Beinroth, F.H., Uehara, G. et Ikawa, H. 1974 : Geomorphic relations of oxisols and ultisols on Kauai, Hawaii. *Proceedings of the Soil Science Society of America*, 38. 128-131.
- Bene, J.G., Beall, H.W., Cote, A. 1977 : Trees, food, and people : land management in the tropics. Publication International Development Research Centre. No 084c.
- Benoit de Coignac, Bailly, Malvos, Hueber et Ramanahadray, 1973 : Essai d'aménagement des terres dans la zone forestière de l'Est de Madagascar – Expérience des villages de Marolafa et Andranomody. Bois et Forêts des Tropiques 152. CTFT, Paris.
- Berg, B., 1986 : Nutrient release from litter and humus in coniferous forest soils – a mini review. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1 359-369.
- Bertrand, A., 1994: Elaboration d'une politique et d'une stratégie de gestion des feux de végétation à Madagascar (revue documentaire). Office National de l'Environnement, FOFIFA, Antananarivo.
- Bliss, F., 1996 : FrauenBäume, Wie Frauen in der Dritten Welt eine lebenswichtige Ressource nutzen. Beiträge zur Kulturkunde Band 15. Bonn.
- Bonlieu, F., 1998 : Programme de formation et de diffusion du SRL. Campagne 97-98, région Menabe. FERT, ATS. Madagascar. Non publié.
- Borcard, D., non publié : Petit guide pratique à l'usage des étudiants travaillant avec Canoco à l'Université de Neuchâtel. Université de Neuchâtel, Suisse.
- Borcard, D., Legendre, P. et Drapeau, P., 1992 : Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, 73, 1045-1055.
- Borcard, D. et Büttler, A., 1997 : Cours d'écologie numérique. Laboratoire d'Ecologie animale et Laboratoire d'Ecologie Végétale et de Phytosociologie. Université de Neuchâtel, Suisse.
- Boserup, E., 1970 : Evolution agraire et pression démographique. Flammarion.
- Bradt, H., Schuurman, D., Garbutt, N., 1996 : Madagascar Wildlife – A Visitor's Guide. Bradt Publications. United Kingdom.
- Brand, J., 1998 : Das agro-ökologische System am Ostabhang Madagaskars, Ressourcen- und Nutzungsdynamik unter Brandrodung. Inauguraldissertation der Philosophischen-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Brand, J. et Pfund, J.L., 1999 : Site- and Catchment-level assessment of nutrient dynamics under shifting cultivation in Eastern Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Elsevier. Amsterdam.
- Brand, J. et Rakotondranaly, N., 1997 : Les caractéristiques et la fertilité des sols. In : Cahiers Terre-Tany 6, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Brand, J. et Rakotovoao, W.L., 1997 : La dégradation des sols. In : Cahiers Terre-Tany 6, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Brand, J., Randrianarisoa, J.D.D. et Rakotovoao W.L., 1997 : Impact des cyclones. In : Cahiers Terre-Tany 6, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Brinkman, W.L.F. et Vieira, A.N., 1971 : The effect of burning on germination of seeds at different soil depths of various tropical tree species. *Turrialba* 21. 77-82.
- Bruijnzeel, L.A., 1991: Nutrient input-output budgets of tropical forest ecosystems: a review. *Journal of tropical ecology* 7, 1-24.
- Brun, R., 1976 : Methodik und Ergebnisse zur Biomassenbestimmung eines Nebelwald-Ökosystems in den venezolanischen Anden. *Proceedings of the XVIth IUFRO World Congress*, Oslo.
- Bunting, A.H. and Bunting, E., Eds, 1984 : The future of shifting cultivation in Africa and the task of universities. *Proceedings of the international workshop on shifting cultivation : teaching and research at university level*, 4-9 July 1982, Ibadan, Nigeria. FAO, Rome.
- Buringh, P. 1979 : Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions. 3rd ed. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. The Netherlands.

- Burney, D.A., 1987 : Late Quaternary Stratigraphic Charcoal Records from Madagascar. *Quaternary research* 28, 274-280 (1987).
- Buttoud, G., 1994 : Les systèmes agroforestiers dans les pays en voie de développement : quels enseignements ? *Revue forestière française*, vol. 46, p. 152-164.
- Cabanis, Y., Chabouis L. et Chabouis F., 1970 : Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes. Tome 2. Bureau pour le développement de la production agricole, Antananarivo, Madagascar.
- Cain, S.A., de Oliveira Castro, G.M., Murça Pires, J., Tomás da Silva, N., 1956 : Application of some phytosociological techniques to brazilian rain forest. *Amer. Journal of Botany* Vol 43 No 10.
- Cairns, M., 1997 : Guidelines for Authors of Paper Contributions for the Regional Workshop on Indigenous Strategies for Intensification of Shifting Cultivation in Southeast Asia. ICRAF Southeast Asian Regional Research Programme. Bogor, Indonesia.
- Carlowitz, P.G. von, 1991 : Multipurpose Trees and Shrubs. Source of seeds and inoculants. ICRAF, Nairobi.
- CDE, 1994 : Sustainable Use of Agricultural Soils – A Review of the Prerequisites for Success and Failure. Center for Development and Environment, University of Bern.
- Chambers, R., 1990 : Développement rural, La pauvreté cachée. Karthala et CTA. Paris et Wageningen.
- Chambers, R., 1991 : Relaxed and Participatory Rural Appraisal. Brighton.
- Chapin, F.S., 1980 : The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review Ecology Systematics* 11 : 233-260.
- Chavanes, B., 1969: Aspects de la vie religieuse et sociale des Betsimisaraka. Editeur inconnu.
- Chou, C.H. et Lee, K.J., 1988 : Effects of nitrogen fertilizer levels on allelopathic potential of pangola grass and weeds. *Bot. Bull. Academia Sinica* 29 : 39-47.
- Coleman, D.C., Reid, C.P.P., Cole, C.V., 1983 : Biological Strategies of Nutrient Cycling in Soil Systems. *Advances in Ecological Research*, Vol. 13. Academic Press. MacFadyen, A. and Ford, E.D., Eds.
- Conklin, H.C., 1957 : Hanunoo agriculture : a report on an integral system of shifting cultivation in the Philippines. *FAO Forestry Development Paper* No. 12. Rome.
- Conklin, H.C., 1963 : The study of shifting cultivation. Washington DC : Union Panamericana, Secretaria General, Organization de los Estados Americanos, Estudios y Monografias, XI.
- Conservation International, 1998 : Biodiversity Hotspot Profile – Madagascar. Site <http://www.conservation.org/web/fieldact/hotspots/madagasc.htm>
- Conell, J.H. and Slatyer, R.O., 1977: Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation. *Amer. Natur.*, 111, 982: 1119-1144.
- Coxhead, I., 1997 : Economic modelling of land degradation in developing countries. In : *Modelling change in economic and environmental systems*. Jakeman, A. J. et MacAleer, M. S., Eds. John Wiley & Sons.
- Dale, V.H., Houghton, R.A., Grainger, A., Lugo, A.E., et Brown, S., 1993 : Emissions of greenhouse gases from tropical deforestation and subsequent uses of the land. In : *National Research Council (E.-U.). Sustainable agriculture and environment in the tropics*. Washington D.C. : Academic Press. 215-260.
- Dandoy, G., 1973: Terroirs et économies villageois de la région de Vavatenina (côte orientale malgache). ORSTOM.
- DEF, 1996: Recueil de 200 espèces forestières. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, projet Inventaire Ecologique Forestier de Madagascar, PAE-PEI. Madagascar.
- de Rouw, A., 1991: Rice, weeds and shifting cultivation in a tropical rain forest. Thèse de doctorat, Université de Wageningen. Pays-Bas.

- de Rouw, A. et van Oers, C., 1988 : Seeds in a rainforest soil and their relation to shifting cultivation in the Ivory Coast.
- De Schlippe, P., 1956: Shifting Cultivation in Africa. The Azanda System of Agriculture. Routledge & Paul, London.
- Desmonts, A., 1999 : Madagascar – La nature dans tous ses états. Editions Olizane. Genève, Suisse.
- Detwiler, R.P. and Hall, C.A.S., 1988 : Tropical Forests and the global carbon cycle. *Science* 239, 42-47.
- Dez, J. 1965: Un des problèmes du développement rural: l'évolution des comportements. In: bulletin de Madagascar. N°230.pp 589-641
- DRFP, 1975: Etude du ruissellement et de l'érosion en parcelles élémentaires à Périnet. Rapport non-publié.
- Duchaufour, P., 1991 : Pédologie – Sol, végétation, environnement. 3^e éd. Masson, Paris.
- Du Preez, C.C. and Du Toit, M.E., 1995 : Effect of cultivation on the nitrogen fertility of selected agroecosystems in South Africa. *Fertilizer Research* 42 : 27-32.
- Duncan, T.W., 1979 : Adaptive strategies of swidden cultivators in Western Honduras. Dissertation Abstracts, A. 39. 10. p. 6201.
- Eder, J.F., 1977 : Agricultural intensification and the returns to labour in the Philippines swidden system. *Pacific Viewpoint* 18, 1. 1-21.
- EPA, 1990: Greenhouse Gas emissions from Agricultural Systems. Vols 1-2, US Environmental Protection Agency, Washington DC.
- Ewel, J., Berish, C., Brown, B., Price, N. and Raich, J., 1981: Slash and burn impacts on a Costa Rican wet forest site. *Ecology*, 62 (3): 816-829.
- Falisse, A. et Lambert, J., 1994 : La fertilisation minérale et organique. In : AUPELF-UREF (Ed.), *Agronomie moderne*. Hatier, 377-398.
- FAO, 1984 : Institutional aspects of shifting cultivation in Africa. Human, resources, institutions and agrarian reform division. FAO, Rome.
- FAO, 1985: Improved production systems as an alternative to shifting cultivation. *FAO Soils Bulletin* 53. Rome.
- FAO, 1985 : FAO Production Yearbook 1984. FAO Statistic Series No. 61, Vol. 38. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. Italy.
- FAO, 1993 : Forest Resources Assessment 1990. Tropical Countries. FAO Forestry Paper 112. FAO, Rome.
- FAO, 1997 : Food Balance Sheet. <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?FoodBalanceSheet&Domain=FoodBalanceSheet>.
- Faramalala, M.H. et Conservation International, 1995 : Cartographie de la végétation à Madagascar. Abstr. Int. Symposium – Biogéographie de Madagascar. Paris, France.
- Fassbender, H.W., 1974 : Aspectos eco-pedologicos de un ecosistema forestal e un ecosistema agricola. Publicación 10. Sociedad Venezolana de la ciencia del suelo. Caracas.
- Feoli, E. and Orloci, L., 1979: Analysis of concentration and detection of underlying factors in structured tables. *Vegetatio* 40 (1, 49-54).
- Field, J.G., Clarke, K.R. et Warwick, R.M., 1982 : A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8.
- Fischer, A., 1995 : Forstliche Vegetationskunde. Pareys Studentexte 82. Blackwell Wissenschafts-Verlag.
- Flannery, K.V., 1972 : The cultural evolution of civilizations. *Annual review of Ecology and Systematics* 5, 80-86.

- FNRS, 2000: Le siècle de la complexité. International TransDisciplinary Conference, Zürich. Rétrospectives et thèmes dominants ; interviews in Panorama 13/00.
- Fong, M.S. and Bushan, A., 1996 : Toolkit on Gender in Agriculture. Gender Toolkit Series No.1. The World Bank. Washington D.C.
- Freudenberger, K.S., 1995 : Droits fonciers et propriété de l'arbre et de la terre, outils de diagnostic rapide. Forêt communautaire, manuel de terrain 4. FAO, Rome.
- Fritsch, J.M., 1992: Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie de petits bassins versants. ORSTOM.
- Gambetta, I., 1999 : Les femmes dans la gestion des ressources naturelles et l'évolution des politiques d'aide dans les pays en développement : étude bibliographique. Journal forestier suisse 150, 2/99. 31-40.
- Gelbert, M., 1988: Chena (shifting) cultivation and land transformation in the dry zone of Sri Lanka. Sri Lanka Studies, Vol.1. Departement of Geography, University of Zurich-Irchel.
- Glaw, F. et Vences, M., 1994 : A Fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. 2nd edition. M. Vences & F. Glaw Verlags GbR.
- Godron, M., 1984 : Abrégé d'écologie de la végétation terrestre. Masson, Paris.
- Godron, M. et Forman, R.T.T., 1983 : Landscape Modification and Changing Ecological Characteristics. In : Godron, M. et Mooney, H. A., Disturbance an ecosystems. Ecological studies 44. Springer Verlag. Berlin.
- Goldammer, J.G., 1990 (Ed.): Fire in the tropical biota. Ecosystem processes and global challenges. Ecological studies 84, Springer Verlag.
- Gounot, M., 1969 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris.
- Grandidier, G. et Decary, R., 1958: Histoire des populations autres que les Merina. Dans : Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, Ed. : Grandidier, A. et G., Vol. 5, Tome III, Fascicule I. Antananarivo, Madagascar.
- Grandstaff, T.B., 1980: Shifting cultivation in northern Thailand - possibilities for development. Resource Systems Theory and Methodology Series, No.3. The United Nations University. Tokyo.
- Green, G.M. et Sussman, R.W., 1990: Deforestation History of the Eastern Rainforest of Madagascar from Satellite Images. Science 248: 212-215.
- Greenland, D.J. and Lal, R. (Eds), 1981: Soil conservation and Management in the Humid Tropics. J.Wiley & Sons, Chichester.
- Grossenbacher, W. et Haerberli, R., 1995 : Interview de Mme Prof. Meyer. Panorama 5, 95. PPE-Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique.
- Groupe de Neuchâtel, 1999 : Note de vulgarisation conjointe sur la vulgarisation agricole. Ministère des affaires étrangères. Paris, France.
- Gueye, B. et Schoonmaker-Freudenberger, K., 1991 : Introduction à la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP). IIED. London.
- Gupta, T. and Sambrani, S., 1978 : Control of shifting cultivation : the need for an integrative approach and systemic appraisal. Indian Journal of Agricultural Economics 33, 4. P. 1-8.
- Haerberli, R., 1995: Editorial de Panorama 5, 95. PPE-Fonds National Suisse pour la Recherche Scientifique.
- Hall, A.D. et Fagen, R.E., 1956 : Definition of system. General Systems Yearbook, 1 : 18-28.
- Harris, D.R., 1971 : The ecology of swidden cultivation in the Upper Orinico Rain Forest, Venezuela. The Geographical Review 61 (4) : 475-495.
- Hastie, J., 1817 : Le voyage à Tananarive en 1817. Edition inconnue.

- Heal, O.W., Anderson, J.M. and Swift, M.J., 1997 : Plant Litter Quality and Decomposition : An Historical Overview. In *Driven by Nature, Plant Litter Quality and Decomposition*. Cadisch, G. and Giller, K.E. Eds. CAB International. Oxon, UK.
- Heller, R., Esnault, R. et Lance, C., 1993 : *Physiologie végétale, 1. Nutrition*. Abrégés. Masson. Paris.
- Hoeblich-Stoer, J., 1992: *Organisation et évolution des paysages de la côte Est de Madagascar*. DEA, Lille.
- Hudson, N.W., 1993: Field measurement of soil erosion and runoff. *FAO Soils Bulletin No 68*. Rome.
- Hurni, H., with the assistance of an international group of contributors, 1996 : *Precious earth : from soil and water conservation to sustainable land management*. International Soil Conservation Organisation (ISCO) and Centre for Development and Environment (CDE). Berne.
- Hussain, F. et Abidi, N., 1991 : Allelopathy exhibited by *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. *Pak. J. Bot.*, 23(1) : 15-25.
- IBSRAM, 1989 : *Soil Management Abstracts*, Vol. 1, no. 1. International Board for Soil Research – Information Service. Bangkok. Abstract 1-100.
- IUED (collectif), 1998 : *Annuaire Suisse-Tiers-Monde*. Institut d'Etudes Universitaires pour le Développement. 439p.
- Jaffré, T., 1985 : Composition minérale et stock de bioéléments dans la biomasse épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Acta Oecologica/ Oecologia Plantarum* 4 : 259-272.
- Jordan, C.F., 1985: *Nutrient cycling in Tropical Forest Ecosystems. Principles and Their Application in Management and Conservation*. John Wiley & Sons. New York.
- Jordan, C.F., 1988 : The tropical rain forest landscape. In : *Geomorphology*, H. A. Viles ed. Blackwell Publ., Oxford : 145-165.
- Juo, A.S.R. and Manu, A., 1994 : Chemical Dynamics in Slash-and-Burn Agriculture. In: P.A. Sanchez and H. van Houten (Editors), *Alternatives to Slash-and-Burn Agriculture*. Symposium ID-6, 15th International Soil Science Congress, Acapulco, Mexico, 1994. ICRAF and International Society of Soil Science, Nairobi, pp. 62-76.
- Kang, B.T. and Juo, A.S.R., 1986 : Effect of forest clearing on soil chemical properties and crop performance. In: R. Lal, P.A. Sanchez and R.W. Cummings (Editors), *Land Clearing and Development in the Tropics*. Balkema, Rotterdam, pp. 383-399.
- Kauffman, J.B., Sanford, R.L., Cummings, D.L., Salcedo, I.H. and Sampaio, E.V.S.B., 1993: Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Ecological Society of America. Ecology* 74 (1, 140-151).
- Kendall, D.G., 1971 : Seriation from abundances matrices. In : Hodson, F.R., Kendall, D.G. et Tautu, P., Eds. *Mathematics in the archaeological and historical sciences*. Edinburgh University Press.
- Kerkhof, P., 1991 : *L'agroforesterie en Afrique*. Institut Panos, L'Harmattan. Paris.
- Kistler, P., à paraître : Identification des conditions d'un développement durable dans les zones de culture sur brûlis en forêt tropicale humide. Le cas de Beforona, falaise Est de Madagascar. Thèse de doctorat. Centre pour le développement et l'environnement (CDE), Institut de géographie, Université de Berne, Suisse.
- Kläy, A., 2000 : *The Kyoto Protocol and the Carbon Debate – A plea for an international policy on sustainable management of renewable natural resources*. Development and Environment Reports No 18. CDE, Université de Berne. Suisse.
- Koehlin, J., Guillaumet, J.L., Morat, P., 1997 (« reprint » de l'édition de 1974) : *Flore et végétation de Madagascar*. J. Cramer. Vaduz. Liechtenstein.
- Komarek, E.V., 1967 : Fire- and the ecology of man. In *Proceedings, Sixth Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 143-170. Tallahassee, Florida.

- Kuhlbusch, T.A., 1994 : Schwarzer Kohlenstoff aus Vegetationsbränden : Entstehung, Verbleib und ökologische Bedeutung. In Feuer in der Umwelt, Ursachen und ökologische Auswirkungen von Vegetationsbränden, Konsequenzen für Atmosphäre und Klima. Arbeitsbericht 1992-1994, Arbeitsgruppe Feuerökologie und Biomasseverbrennung. Max-Planck-Institut für Chemie, Abteilung Biogeochemie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Kunstadter, P., Chapman, E.C. and Sabhasri, S. (Eds), 1978a: Farmers in the Forest. Economic Development and Marginal Agriculture in Northern Thailand. The University Press of Hawaii, Honolulu.
- Kunstadter, P., 1978b : Subsistence agriculture economies of Lua and Karen hill farmers. In Farmers in the Forest. Economic Development and Marginal Agriculture in Northern Thailand, Kunstadter, P., Chapman, E.C., Sabhasri, S. (Eds). The University Press of Hawaii, Honolulu.
- Lal, R., 1987: Tropical ecology and physical edaphology. J. Wiley & Sons. Chichester.
- Lambert, J.D.M. et Arnason, J.T. 1986 : Nutrient dynamics in milpa agriculture and the role of weeds in initial stages of secondary succession in Belize CA. *Plant Soil* 93. 303-322.
- Lamotte, M., 1983 : Research on the Characteristics of Energy Flows within Natural and Man-Altered Ecosystems. In : Godron, M. et Mooney, H. A., Disturbance and ecosystems. Ecological studies 44. Springer Verlag. Berlin.
- Langrand, O., 1995 : Guide des Oiseaux de Madagascar. Delachaux et Niestlé. Lausanne, Suisse.
- Langrand, O. et Wilmé, L., 1997 : Effects of Forest Fragmentation on Extinction Patterns of the Endemic Avifauna on the Central High Plateau of Madagascar. In : Natural Change and Human Impact in Madagascar. Eds : Goodman, S. M. et Patterson, B. D. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Larcher, W., 1984 : Oekologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlagen. UTB 232. Ulmer. Stuttgart.
- Le Bourdieu, F., 1974: Hommes et paysages du riz à Madagascar. Laboratoire de Géographie de l'Université d'Antananarivo. Antananarivo.
- Legendre, L. et Legendre, P., 1984 : Ecologie numérique, Tomes 1 et 2. Collection d'écologie 13, Masson. Paris.
- Legendre, P., 1998: Numerical Ecology. Eds: Legendre, P. et Legendre, L. Developments in environmental modelling no 20. Elsevier. Hollande.
- Lerch, G., 1991 : Pflanzenökologie. Akademie Verlag. Berlin, Germany.
- Letouzey, R., 1969: Manuel de botanique forestière. Tomes 1-3. Centre Technique Forestier Tropical. France.
- Lewis, W.M., 1981 : Precipitation chemistry and nutrient loading by precipitation in a tropical watershed. *Water Resources Research* 17.
- Locoh, T. et Hesselting, G., 1997: Femmes, pouvoir, sociétés. Politique Africaine no 65 (dans l'Afrique des femmes) : 3-28.
- Lowry, P.P., Schatz G.E. et Phillipson, P.B., 1997 : The Classification of Natural and Anthropogenic Vegetation in Madagascar. In : Natural Change and Human Impact in Madagascar. Eds : Goodman, S. M. et Patterson, B. D. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- May, R.M., 1975 : Diversity, stability and maturity in natural ecosystems, with particular reference to the tropical moist forests. FAO.
- Medina, E. et Klinge, H., 1983: Productivity of tropical forests and tropical woodlands. In: Lange, O.L. et al. (Eds): *Physiological Plant Ecology IV*, 281-303. Springer Verlag. Berlin, Germany.
- Meiklejohn, J., 1955 : Effects of bush burning on the microflora of a Kenya upland soil. *Journal of Soil Science* 6 : 111-118.
- Messerli, P., à paraître : Le dilemme entre la culture sur brûlis et la conservation des ressources naturelles sur la falaise Est de Madagascar. Alternatives et améliorations du système agro-écologique en vue

- d'un développement plus durable. Thèse de doctorat. Centre pour le développement et l'environnement (CDE), Institut de géographie, Université de Berne, Suisse.
- Messerli, P., 1998 : Options pour une gestion agrobiologique dans une zone de culture sur brûlis. Etude de cas de la région de Beforona, falaise Est de Madagascar. Actes de la conférence Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture dans l'Océan Indien. CIRAD/FOFIFA. Antsirabe, Madagascar.
- Messerli, P. and Pfund, J.L., 1999 : Improvements of Slash-and-Burn Cultivation Systems, an Experience of Systemic Analysis in the Beforona Region, Madagascar. In : African Mountain Development in a Changing World, Humi, H. and Ramamonjisoa, J. Eds. African Mountains Association (AMA), United Nations University (UNU) and African Highlands Initiative (AHI).
- Mohr, J.E., van Baren, F.A., van Schuylenborgh J., 1972 : Tropical soils : a comprehensive study of their genesis. Mouton. The Hague.
- Molnar, A. and Schreiber, G., 1989 : Women and Forestry, Operational Issues. Policy, Planning and Research, Working Papers WPS 184, Women in Development. The World Bank.
- Moody, K., 1974 : Weeds and shifting cultivation. In Shifting cultivation and soil conservation in Africa. Soils Bulletin 24, FAO. Rome.
- Moor, P., 1998 : Les stratégies endogènes dans la région de Beforona. Cahiers Terre-Tany 8, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Moor, P. et Barck, S., 1997: Les facteurs socioculturels et leurs impacts sur le développement rural. In: Cahier Terre-Tany no. 6. Projet Terre-Tany/BEMA/FOFIFA, Antananarivo.
- Moor, P. et Rasolofomanana, L., 1998 : Economie des ménages paysans dans la région de Beforona. In : Les stratégies endogènes et la gestion des ressources naturelles dans la région de Beforona – résultats des recherches pluridisciplinaires de la phase 1995 à 1998. Cahiers Terre-Tany no 8, juin 1998. Madagascar.
- Morgan, W.B., 1969: Peasant agriculture in tropical Africa. In: Thomas M.F. and Whittington G.W. (eds): Environment and land use in Africa. Methuen, London. 301-319.
- Mueller-Dombois, D. et Ellenberg, H., 1974 : Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New-York.
- Mueller-Dombois, D., 1981 : Fire in tropical ecosystems. In Fire regimes and ecosystem properties : Proceedings of the conference, 137-176. USDA Forest Service General Technical Report, WO-26.
- Myers, R.J.K., Palm, C.A., Cuevas, E., Gunatilleke, I.U.N. et Brossard, M., 1994 : The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In : Woomer, P.L. et Swift, M.J. Eds : The Biological Management of Tropical Soil Fertility. Wiley, Chichester.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. et Kent, J., 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, Vol. 403, 853-858.
- Nair, P.K., 1989: Agroforestry Systems in the Tropics. Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics. ICRAF, Nairobi.
- Nair, P.K., 1996 : Agroforestry Directions and Literature Trends. In The Literature of Forestry and Agroforestry, MacDonald, P. and Lassoie, J. Eds. Cornell University Press.
- Nambena, S.M., à paraître : Régionalisation dans l'utilisation des ressources naturelles sur le centre Est malgache à partir du cas de Beforona par l'utilisation de l'imagerie satellitaire et du système d'information géographique. Thèse de l'Université d'Antananarivo.
- Nelson, D.W. and Sommers, L. E., 1975 : A rapid and accurate method for estimating organic carbon in soil. Proceedings of the Indiana Academy of Science. 84. 456-462.
- Norman, M.J.T., 1979: Annual Cropping Systems in the Tropics. An Introduction. University Presses of Florida, Gainesville.
- Nye, P.H. and Greenland, D.J., 1960. The Soil under Shifting Cultivation. Commonwealth Bureau of Soils, Technical Communication No.51, Harpenden, U.K.

- Nye, P.H. and Greenland, D.J., 1964 : Changes in soil after clearing tropical forest. *Plant Soil* 21 : 101-112.
- Odum, E. P., 1971 : *Fundamentals of Ecology*. 3rd Edition Saunders, Philadelphia.
- Oksanen, J. et Minchin, P.R., 1997: Instability of ordination results under changes in input data order: Explanations and remedies. *Journal of Vegetation Science* 8 (3), 447-454.
- Oldeman, L.R., 1990 : *An agroclimatic characterization of Madagascar*. ISRIC Technical Paper 21. Wageningen. The Netherlands.
- Olson, R.A. and Engelstad, O.P., 1972: Soil phosphorus and Sulphur. In: *Soils of the humid tropics*, 82-101. National Academy of Sciences. Washington D.C., USA.
- Orloci, L., 1967 : An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.* 55.
- Oxby, C., 1985 : L'agriculture en forêt : transformation de l'utilisation des terres et de la société dans l'Est de Madagascar. *Unasyva*, Vol. 37, 1985/2, 148.
- Oxby, C. and Boerboom, D., 1985: Alternatives and improvements to shifting cultivation on the east coast of Madagascar. In: *FAO Forestry Papers: Changes in shifting cultivation in Africa. Seven Case Studies*. 50/5. Rome.
- Pagel H., Enzmann J. und Mutscher H., 1982: *Pflanzennährstoffe in tropischen Böden - ihre Bestimmung und Bewertung*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
- Palm, C.A., 1995: Contribution of agroforestry to nutrient requirements of intercropped plants. In: *Driven by Nature, Plant Litter Quality and Decomposition*. Cadisch, G. and Giller, K.E. Eds. CAB International. Oxon, UK.
- Pearce, D.W., Barbier, E.B et Markandya, A., 1990 : *Sustainable development : economics and environment in the third world*. Earthsan Publications. London.
- Peltier, R. et Ballé Pity, 1993 : De la culture itinérante sur brûlis au jardin agroforestier en passant par les jachères enrichies. *Bois et Forêts des Tropiques* no 235.
- Pelzer, K.J., 1948: *Pioneer Settlements in the Asiatic Tropics*. American Geographical Society Special Publication No. 29, New York.
- Perez, M.R. and Arnold, J.E.M., 1996: *Current Issues in Non-Timber Forest Products Research*. CIFOR. Bogor, Indonesia.
- Perrier de la Bâthie, H., 1921 : La végétation malgache. *Ann. Inst. Bot.-géol. Col. Marseille*, série 3, 9 : 1-226. France.
- Peters, W.J. and Neuenschwander, L.F., 1988 : *Slash and Burn : Farming in the third world forests*. University of Idaho Press. Moscow, Idaho.
- Pickett, S.T.A., 1989: Space-for-time substitution as an alternative to long-term field studies. In: *Long-term studies in ecology: Approaches and alternatives*, Likens, G.E. (Ed.). Etats-Unis.
- PNUD, 1998 : *HDR 1997 Country Rankings*. Site <http://www.undp.org/undp/hdro/table2.htm>
- Poirier, J., 1994 : Pouvoir politique, pouvoirs traditionnels et ordre villageois. *Omay sy anio*, 1994, No 33-36, 75-85.
- Poore, M.E.D. et Fries, C., 1986 : Les effets écologiques des eucalyptus. *Etude FAO Forêts* 59. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- Preston-Mafham, K., 1991 : *Madagascar : A Natural History*. Facts On File. Oxford. United Kingdom.
- Principe, S., 1994 : *Anwendungsorientierter Modelleinsatz im Management – Konzeptionelle Grundlagen für den Einsatz des Sensitivitätsmodells IVW Schriftenreihe, Band 31*. Institut für Versicherungswirtschaft der HSG.
- Proctor, J., 1987 : Nutrient cycling in primary and old secondary rainforests. *Applied Geography*, 7, 135-152.

- Purata, S.E., 1986 : Floristic and structural changes during the old-field succession in the Mexican tropics in relation to site history and species availability. *Journal of Tropical Ecology* 2.
- Rabinowitz, P.D., Coffin, M.C., Falvey, D., 1983 : The separation of Madagascar and Africa. *Science* 220 : 67-69.
- Raharinjanahary, L. et Rasoarainivo, N.H.L., 1998: Quelques aspects de la condition de vie des femmes en pays Betsimisaraka. In : Les stratégies endogènes et la gestion des ressources naturelles dans la région de Beforona – résultats des recherches pluridisciplinaires de la phase 1995 à 1998. Cahiers Terre-Tany no 8, juin 1998. Madagascar.
- Raintree, J.B., (Ed.), 1987 : Land, trees and tenure. Proceedings of an international workshop on tenure issues in agroforestry, Nairobi, May 27-31, 1985. ICRAF, Nairobi.
- Raketamalala, R., 1979: Approche de l'évolution des formations après brûlis. Essai d'analyse de la diversité et de la structure horizontale des ligneux hauts en forêts primaires de l'Est de Madagascar. USTL, DEA. Montpellier.
- Rakotoarisoa, J., 1984: Evolution de la stratégie du Centre-Est de Madagascar à l'égard du café. In: *Revue de Géographie*, No. 44. Antananarivo.
- Rakotomanana, J.L., Andriamampianina, N., Ravaoharisoa, M.V. 1989: Recherches sur l'agroforesterie et problèmes de sa diffusion dans la région de Beforona. DRFP, Antananarivo.
- Rakotonarivo, S., 2000 : La culture sur brûlis sur le versant Est de Madagascar : propositions d'amélioration de la rotation culturale et de la jachère. DEA présenté à L'ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo.
- Rakotondralambo, P, à paraître : Création, formation et appui à la diffusion pour des systèmes de culture en semis direct sur couverture permanente des sols dans différentes écologies de Madagascar. ONG TAFE. Madagascar.
- Rakotozafy, M., 1996 : Etude sur la quantification de la biomasse végétale dans une zone de succession secondaire de la falaise Est. DEA de l'ESSA-Forêts. Université d'Antananarivo.
- Ramakrishnan, P.S., 1992 : Shifting Agriculture and Sustainable Development, An Interdisciplinary Study from North-Eastern India. *Man and the Biosphere Series Vol. 10*. Jeffers, J. N. R. Ed. UNESCO and The Parthenon Publishing Group.
- Randrianarisoa, J.D.D., 1996 : Les impacts cycloniques sur le système agro-écologique du versant Est de Madagascar. Exemple de trois cyclones Hutelle, Daisy et Geralda dans la région de Beforona. Mémoire de maîtrise. Dépt. de Géographie de l'Université d'Antananarivo.
- Randrianarisoa, J.D.D., 1999 : Le rôle de la RN 2 sur la dynamique des systèmes agraires des terroirs du versant Est malgache. Diplôme d'Etudes Approfondies au département de Géographie de l'Université d'Antananarivo.
- Randrianasolo, J., 2000: Gestion contractualisée des forêts : capitalisation des expériences à Madagascar. Intercooperation, Antananarivo et Berne.
- Ranjatson, J.P., 1998 : Les utilisations paysannes des produits de l'arbre et de la forêt dans la région de Beforona. Diplôme d'Etudes Approfondies en sciences forestières. ESSA-Forêt, Université d'Antananarivo.
- Ranjatson, J.P. et Pfund, J.L., 1998 : L'évolution de l'utilisation des produits de l'arbre et la forêt en fonction de la dégradation due à la culture sur brûlis. Cahiers Terre-Tany 8, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Rao, Niang, Kwesig, Duguma, Franzel et Buresh, R., 1998 : Soil fertility replenishment in sub-saharian Africa. New techniques and the spread of their use on farm. *Agroforestry today*, Vol. 9, no 2. ICRAF. Nairobi.
- Rasoarainivo, N.H.L., 1997 : Place et rôles de la femme dans la société Betsimisaraka de la région de Beforona. Mémoire CAPEN, Université d'Antananarivo.
- Ratovoson, C., 1979: Les problèmes du tavy sur la côte Est. In: *Revue de Géographie*, No. 35, Antananarivo.

- Ravoavy, L., 1996 : Etude préliminaire de la composition minérale de la végétation en zone de culture sur brûlis. Région Beforona - Ranomafana. Mémoires de DEA, Département de biologie et écologie végétale de la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo.
- Razafimahatratra, A.J.H., 1998 : Les utilisations paysannes des agroforêts traditionnelles (Tanimboly), des bambous, des raphias et des Ravinala dans la région de Beforona. Diplôme d'Etudes Approfondies en sciences forestières. ESSA-Forêt, Université d'Antananarivo.
- Razafimahatratra, A. et Pfund, J.L., 1998 : Le tanimboly : un système agroforestier traditionnel de recolonisation des collines déboisées ? Cahiers Terre-Tany 8, Projet Terre-Tany/BEMA. Antananarivo.
- Razafindraibe, R., 1997 : La dynamique d'une insécurisation foncière dans les terroirs des Hautes-Terres et de la falaise Est de Madagascar. Cahiers Terre-Tany No 7, Antananarivo.
- Razafintsalama, V., 1996 : La perception paysanne de la fertilité et son interprétation écologique dans la région de Beforona - Ranomafana. Mémoire de DEA, Dépt biologie et écologie végétale de la Faculté des Sciences naturelles, Université d'Antananarivo.
- Razafy Fara, L., 1991 : Etude du dynamisme de la végétation à Andasibe. Mém DEA S.B.A. Université d'Antananarivo - ESSA-Forêts.
- Razafy Fara, L., 1999 : Analyse de l'interface humain forêt et directives d'aménagement du bassin versant de Vohidrazana: falaise Est de Madagascar. Thèse de doctorat. Université d'Antananarivo -- ESSA-Forêts.
- Razafy Fara, L., Pfund, J.L., Ranjatsaon, P., Razafimahatratra, A., 1997: Aperçu des recherches en cours : Les utilisations paysannes de l'arbre et de la forêt. In: Cahier Terre-Tany no. 6. Projet Terre-Tany/BEMA/FOFIFA, Antananarivo.
- Razakanirina, D., 1986 : Contribution à l'étude de la végétation d'Andasibe-Périnet. Thèse de 3^e cycle, Université d'Antananarivo.
- Razanaka, S. J., 1989 : Délimitation des régions de provenance pour les semences forestières à Madagascar. Mémoire de DEA. EESS Sciences, option écologie forestière. Université d'Antananarivo. Madagascar.
- Reading, A.J., Thompson, R.D. and Millington, A.C., 1995 : Humid Tropical Environment. Blackwell Publications. Oxford, UK.
- Richards, P.W., 1964 et 1996 : The tropical rain forest, an ecological study. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Roberts, D.W., 1986: Ordination on the basis of the fuzzy set theory. *Vegetatio* 66, 123-131.
- Robison, D.M. et McKean, S.J., 1992 : Shifting cultivation and alternatives: an annotated bibliography, 1972-1989. CAB International. Wallingford, United Kingdom.
- Roose, E. J., 1986 : Runoff and erosion before and after clearing depending on the type of crop in western Africa. In: Lal R., Sanchez P.A., Cummings R.W., (Eds.) 1986: Land clearing and development in the tropics. Balkema. Rotterdam. 317-330.
- Ruddle, K., 1974 : The Yupka cultivation system : a study of shifting cultivation in Columbia and Venezuela. Berkeley : University of California Press.
- Ruthenberg, H., 1980: Farming Systems in the Tropics. Clarendon Press, Oxford.
- Samyn, J.M., 1993 : Résumé sous forme d'extraits de Agroforestry in Africa, Kerkhof. Projet Intercooperation : Appui à la Direction des Forêts, Rwanda.
- Samyn, J.M., 1999 : Plantes utiles de hautes terres de Madagascar. Intercooperation. Suisse.
- Sanchez, P.A., 1976 : Properties and management of soils in the tropics. Wiley ans sons, New York.
- Sanchez, P.A., Bandy D.E., Villachica J.H., Nicholaides J.J., 1982: Amazon basin soils: management for continuous cropping production. In: *Science*, 216, 821-827.
- Saxena, K.G. et Ramakrishnan, P.S., 1984 : Herbaceous vegetation development and weed potential in slash and burn agriculture (Jhum) in N.E. India. *Weed research*, 24. 135-142

- Schatz, G.E., 1996. Malagasy/Indo-Australo-Malesian phytogeographic connections. In: W.R. Lourenço (ed.), *Biogeography of Madagascar*. Editions ORSTOM, Paris.
- Schmidt, K., 1998: Versuch einer Analyse der aktuellen Debatte über die Nachhaltigkeit im Rahmen der Einrichtung und Bewirtschaftung der tropischen Feuchtwälder. Semesterarbeit, Abt. VI. EPF-Zürich.
- Schneider, P., 1996 : Sauvegarde et aménagement de la forêt classée de Farako (Région de Sikasso, Mali-Sud) avec la participation et au profit des populations riveraines. Thèse EPFZ n° 11867. Chaire de Sylviculture (Ed). Zürich.
- Scott, G.A.J., 1978 : Grassland development in the Gran Pajonal of eastern Peru : a study of soil-vegetation nutrient systems. Hawaii Monographs in Geography No 1. Dept of Geography. University of Hawaii Manoa.
- SDC, 1993 : Participatory Rural Appraisal PRA. Working Instruments for Planning, Evaluation, Monitoring and Transference into Action (PEMT). Swiss Directorate for Development Cooperation and Humanitarian Aid (SDC) – Evaluation Service. Bern, Suisse.
- Séguy, L., 1997 : Systèmes de culture durable avec semis direct, protecteur de l'environnement, dans les régions du Sud-Ouest, des Hauts-Plateaux et du Moyen-Ouest de Madagascar. Rapport de mission, CIRAD-TAFA. Non publié.
- Seubert, C.E., Sanchez, P.A., Valverde, C., 1977 : Effects of land clearing methods on soil properties of an ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Peru. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 54 : 307-321.
- Sick, W.F., 1979 : Madagaskar, tropisches Entwicklungsland zwischen den Kontinenten. *Wissenschaftliche Länderkunden ; Bd 16. Wissenschaftliches Buchgesellschaft. Darmsatdt. Deutschland.*
- Silver, W.L., 1994: Is nutrient availability related to plant nutrient use in humid tropical forests? *Oecologia* 98:336-343.
- Singh, R.P., 1975 : Biomass, nutrient and productivity structure of a stand of dry deciduous forest of Varanasi. *Tropical Ecology* 16.
- Sirois, M.C., Margolis, H.A. et Camiré, C., 1998 : Influence of remnant trees on nutrient and fallow biomass in slash and burn agroecosystems in Guinea. *Agroforestry Systems* 40. 227-246.
- Sneath, P.H.A. et Sokal, R.R., 1973 : Numerical taxonomy – The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco.
- St. John, T.V., 1980 : A survey of mycorrhizal infections in an Amazonian rain forest. *Acta Amazonica* 10 : 527-533.
- St. John, T.V. and Coleman, D.C., 1983 : The role of mycorrhizae in plant ecology. *Canadian Journal of Botany*. 61 : 1005-1014.
- Stoorvogel, J.J. and Smaling, E.M.A., 1990: Assessment of soil nutrient depletion in sub-saharian Africa. Winand Staring Centre, Report 28. Wageningen, Netherlands.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J. M., 1979 : Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Swift, M.J., Cook, A.G. et Perfect, T.J., 1980 : The effects of changing agricultural practice on the biology of a forest soil in the sub-humid tropics. 2. Decomposition. In : Furatdo, J.I. Ed. *Tropical Ecology and Development*. International Society of Tropical Ecology, Kuala Lumpur.
- Symington, C.F., 1933 : The study of secondary growth on rain forest sites. *Malay. For.* 2, 107-117.
- Szott L.A. et Palm C.A., 1996: Nutrients stocks in managed and natural humid tropical fallows. *Plant and Soil* 186: 293-309.
- Tate, R.L., 1992 : Soil Organic Matter : Biological and Ecological Effects. Krieger Publishing Company. Florida.
- Ter Braak, C.J.F., 1987 : Unimodal models to relate species to environment. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, Netherlands.

- Terre-Tany/BEMA (ouvrage collectif), 1998 : Une expérience de synthèse environnementale. Etude de cas falaise Est. Cahiers Terre-Tany 3. Antananarivo.
- The Royal Society of London, 1997: Land resources: on the edge of the Malthusian precipice? *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. Volume 352, 859-1033, Nr 1356. London, UK.
- Tilman, D., 1988 (5th Ed. in 1993): *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press, Princeton. New Jersey.
- Toky, O.P. et Ramakrishnan, P.S., 1981 : Cropping and yields in agricultural systems of the north-eastern hill regions of India. *Agro-ecosystems* 7.
- Torquebiau, E., 1990 : Introduction aux concepts de l'agroforesterie. Document de travail n°59, ICRAF, Nairobi (Kenya), 121p.
- Tulapithak, T., Parintra, C. and Kyuma, K., 1985 : Changes in soil fertility and tilth under shifting cultivation. II. Changes in soil nutrient status. *Soil Sci. Plant Nutr.* 31(2), 239-249.
- Uhl, C.K., Clark, K., Clark, H. et Murphy, P., 1981 : Early plant succession after cutting and burning in the Upper Rio Negro region of the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 69 : 631-649.
- Uhl, C. et Jordan, C. F., 1984 : Succession and nutrient dynamics following forest cutting and burning in Amazonia. *Ecology* 65 (5).
- UICN/PNUE/WWF, 1990 : Madagascar : Profil de l'environnement. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni.
- UNESCO/PNUE, 1979 : Ecosystèmes forestiers tropicaux. Recherches sur les ressources naturelles XIV. UNESCO, Paris.
- U.S. Bureau of the Census, 1998 : IDB Data Access. International Programs Center ; U.S. Bureau of the Census. Washington, D.C. USA. <http://www.census.gov/pub/ipc/www/idbsprd.html>.
- Utting, P. 1996 : Ten Pitfalls of Participatory Conservation : Lessons from Costa Rica, the Philippines and Senegal. Proceedings of the Regional Workshop on Environmental Conflict Management and Sustainable Development. Swiss Priority Programme Environment. Swiss National Science Foundation, Berne.
- Vallois, P., 1996: Discours de la méthode du riz – Rapport sur la nouvelle riziculture malgache, considérée sous ses aspects techniques, théoriques, économiques, sociologiques et culturels. Institut de Promotion de la Nouvelle Riziculture. 3^e édition, avec le concours du CITE. Antananarivo, Madagascar.
- Van der Maarel, E., 1977: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39, 97-114.
- van Houten, H., 1995 : The fruit of our labour. ICRAF, Nairobi.
- Vester, K. und Hesler, A.V., 1987: Sensitivitätsmodell (allemand/anglais). Umlandverband, Frankfurt.
- Vitousek, P.M., 1983 : Mechanisms of Ion Leaching in Natural and Managed Ecosystems. In : *Disturbance and ecosystems* (Mooney, A. M. et Godron, M. Eds). Springer Verlag. Berlin.
- Vitousek, P.M. and Walker, L.R., 1987 : Colonization, succession and resource availability : ecosystem level interactions. In : *Colonization, succession and stability*. Gray, A.Y., Crawley, M. J., Edwards, P.J. (eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford : 207-223.
- Vololonirainy, 1995 : Dynamique de la couverture végétale de la région de Beforona-Ranomafana. Mémoire de DEA au département de géographie. Université d'Antananarivo.
- Walker, T.W., 1965 : The significance of phosphorus in pedogenesis. In *Experimental Pedology*, Hallsworth, E. G. and Crawford, D. G. Eds. 295-316. Butterworths, London.
- Weischet, W. and Caviedes, C.N., 1993 : The Persisting Ecological Constraints of Tropical Agriculture. Longman Scientific & Technical, Logman Group. Essex. United Kingdom.
- Werner, J., 1996 : Développement participatif d'innovations agricoles, Procédures et méthodes de la recherche en milieu paysan. Schriftenreihe der GTZ, 254. GTZ, DDC, CTA.

- West, O., 1972 : Fire, man and wildlife as interacting actors limiting the development of climax vegetation in Rhodesia. In : Proceedings, 11th Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference, 121-145. Tallahassee, Florida.
- Whadhvani, C., Bhardwaja, T.N., Mahna, S.K., 1981 : Growth and morphogenetic responses of fern gametophytes treated with extracts of *Lantana camara*. *Phytomorphology*, March-June.
- Whitcomb, R.F., Robbins, C.F., Lynch, J.F., Whitcomb, B.L., Klimkiewicz, M.K. et Bystrack, D., 1981 : Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. In : Burgess, R.L. et Sharpe, D.M. Eds. *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, New-York.
- White, R.E., 1997 : *Principles and Practice of Soil Science : the Soil as a Natural Resource*. 3rd ed. Blackwell Science. London.
- Whitmore, T.C., 1998 : *An introduction to tropical rainforest*. Oxford University Press. Oxford, UK.
- Whittaker, R.H. et Likens, G.E., 1975 : *The Biosphere and Man*. In : Lieth, H. et Wittaker, R. H. (Eds), *Primary production of the biosphere*. Ecological studies 15. Springer Verlag. Berlin.
- Whittaker, R.H. and Woodwell, G.M., 1968 : Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven Forest, New York. *Journal of Ecology*. 57. 1-25.
- Wildi, O., 1986 : *Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden*. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 90.
- Wildi, O., 1989 : A new numerical solution to traditional phytosociological tabular classification. *Vegetatio* 81.
- Wildi, O., 1992 : *Datenanalyse mit Mulva-4. Arbeitskopie*, WSL. Birmensdorf, Suisse.
- Wildi, O. et Orloci, L., 1996 : *Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of MULVA-5*. 2nd edition. SPB Academic publishing. The Hague.
- Wilson, E.G., 1988 : *Biodiversity*. National Academy Press. Washington DC.
- Woomer, P.L., Wangari, N., Kinyanjui, M.W. and Ndung'u, A.W., 1995 : *Tropical Soil Biology and Fertility : Bibliography and Abstracts*. Tropical Soil Biology and Fertility Programme. UNESCO-ROSTA, Nairobi.
- Young, A., 1976 : *Tropical Soils and Soil Survey*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Young, A., 1989 : *Agroforestry for soil conservation*. CAB International.
- Young, A., 1990 in Egger, K. et Andriambahoaka, H., 1998 : *Support de cours en agroforesterie*. ESSA Forêts, Université d'Antananarivo.
- Zinke, P.J., Sabhasri, S., Kunstadter, P., 1978 : Soil fertility aspects of the Lua forest fallow system of shifting cultivation. In *Farmers in the forest : economic development and marginal agriculture in northern Thailand*. Kunstadter, P., Chapman, E.C., Sabhasri, S., Eds. Honolulu : The University Press of Hawaii.
- Zurbuchen, J., 1996 : *Reiseroute Andevoranto – Analamazaotra, Ostküste Madagaskar. Quellenangaben zu Vegetation, Siedlung und Landnutzung aus Reiseberichten von 1817 bis 1819 und Nachzeichnung der Landschaftsentwicklung im 19 Jh. Seminararbeit am Geogr. Institut der Uni. Bern. Unveröffentlicht.*

Curriculum vitae

Né à Bevaix, Jean-Laurent Pfund a effectué toute sa scolarité obligatoire de même que sa maturité fédérale en sciences dans le canton de Neuchâtel, avant de partir en 1987 à Zürich pour se spécialiser dans les sciences forestières au sein de l'Ecole Polytechnique Fédérale. Pendant son année de stage pratique, aboutissant à l'obtention du certificat fédéral d'éligibilité à un poste supérieur de l'administration, il a eu la chance de travailler 5 mois à proximité du Creux du Van (cirque glaciaire en partie responsable d'un intérêt précoce pour la nature) dans l'arrondissement forestier de Villars-Burquin puis 5 mois en montagne, dans l'arrondissement de Bex, dans le Chablais vaudois. Attiré par la foresterie tropicale, cette année fut également la première opportunité pour lui de travailler dans un cadre totalement nouveau, au sein du service forestier préfectoral de Kibuye, au Rwanda. Il y a mené en 1991 des travaux de phytosociologie visant une caractérisation stationnelle de reboisements de pins et y est retourné en 1992 pour collecter les données analysées dans son travail de diplôme. A la fin de cette même année, il a obtenu son diplôme d'ingénieur forestier.

Dès 1993, Jean-Laurent Pfund a été employé comme collaborateur scientifique de la chaire d'aménagement forestier de l'EPFZ dans le cadre d'un projet lié à l'utilisation de systèmes d'information géographique. En 1994, il a pu faire partie de « la première vague » des doctorants travaillant dans le module Environnement et Développement du Fonds National suisse de la Recherche Scientifique. Dans ce cadre, c'est jusqu'en 1998 qu'il a récolté les données de terrain de cette thèse dans la région de Beforona, avant d'être engagé dans ce même pays comme expert associé puis assistant technique dans le Programme Menabe de Morondava. Dans le cadre de ce projet de développement, géré par la fondation Intercooperation et financé par la Direction du Développement et de la Coopération suisse, il a collaboré jusqu'à la fin 2000 avec des institutions locales dans le cadre d'accompagnements de processus de gestion paysanne des forêts, d'appuis à la production agricole et à une meilleure maîtrise paysanne du développement.

TABLE DES MATIERES - ANNEXES

Annexe no :	Titre :	Page :
Annexe 1 :	Questionnaire relatif au passé culturel de paysans sélectionnés	I
Annexe 2 :	Protocole de relevés « nouveaux sites »	IV
Annexe 3 :	Compléments pour relevés en vieilles jachères	V
Annexe 4 :	Questionnaire « utilisations des ressources selon les types de végétation »	VI
Annexe 5 :	Guide de la discussion de groupe « restitution des résultats »	XIV
Annexe 6 :	Répartition des enquêtés pour chaque village et terroir	XX
Annexe 7a :	Localisation des relevés dans la zone de Vohidrazana/Fierenana	XXI
Annexe 7b :	Localisation des relevés dans la zone de Salampinga	XXII
Annexe 8 :	Extraits de la procédure Mulva complète utilisée	XXIII
Annexe 9 :	Liste indicative des espèces déterminées durant le travail	XLVIII
Annexe 10 :	Extraits de la procédure Mulva « correspondances »	LVII
Annexe 11 :	Tableau phytosociologique sol-végétation (161 relevés)	LIX
Annexe 12 :	Tableau phytosociologique sol-minéralomasse-végétation (96 relevés)	LXII
Annexe 13 :	Liste de l'ensemble des ressources citées	LXV
Annexe 14 :	Informations sur les plantes médicinales inventoriées	LXVII

Questionnaire relatif au passé cultural de paysans sélectionnés

0. Présentation

Nous essayons de comprendre comment se passe la succession végétale après la culture (quelles plantes poussent directement après le brûlis, puis comment elles grandissent ou meurent pendant les années suivantes, est-ce qu'il y a de nouvelles plantes qui viennent s'installer après 2 ou 3 ans?). Nous aimerions également savoir comment vous choisissez les zones de *tavy* avant les cultures (comment est-ce que le *tangalamena* décide, y a-t-il des discussions entre lui et les paysans, comment reconnaît-on les bonnes terres des autres?). Nous vous avons donc invité pour qu'on en discute ensemble et pour voir quelle allure ont vos *tavy* des années précédentes. Nous allons commencer par essayer de réveiller nos mémoires dans le village puis nous irons si vous en avez le temps ensemble sur les terres de vos anciennes cultures.

1. Village, participants (âge), « statuts » (social et familial), relations entre eux (familiales?), habitat, nombre de personnes à nourrir, év. changements dans la famille?.

Fierenana:

Lezoma René:
.....

Tangalamena
.....

Godry
.....

Manahirana
.....

2. Cultures et localisations

2.1. Avez-vous fait des tavy chacune de ces dernières années?

1ère année (feu en 1993)

1: oui / non 2: oui / non 3: oui / non 4: oui / non

2.2 En avez-vous fait plusieurs?

1: oui / non 2: oui / non 3: oui / non 4: oui / non

2.3. Vous souvenez-vous où?

1: oui / non 2: oui / non 3: oui / non 4: oui / non

2.4. Si oui, peut-on les retrouver ensemble et comment appelle-t-on la surface (pour chacun des tavy)?

1:
.....
.....
2
.....
.....
3:
.....
.....
4:
.....
.....

2.5. Comment était la végétation avant le brûlis? (plantes, couleur, hauteur) A-t-elle bien brûlé? Si non, pourquoi (humidité du jour où on a mis le feu, ou végétation?)

1:
.....
.....
.....
2
.....
.....
.....
3:
.....
.....
.....
4:
.....
.....

2.6. (si oui à 2.2.) Avez-vous tous pu les cultiver normalement?

1: oui / non 2: oui / non 3: oui / non 4: oui / non

2.7. Si oui, comment avez-vous fait pour y arriver? y-at'il eu des différences de rendement? Si oui, pourquoi à votre avis?

1:
.....
.....
.....
2
.....
.....

.....
.....
3:

.....
.....
4:

.....
.....
2.8. Si non, pourquoi? Comment avez-vous donné la préférence à celui (ceux) qui a(ont) été choisi(s)?

1:

2

3:

4:

.....
.....
2.9. Comment a-t-on choisi l'endroit? Pourquoi? à qui appartient l'endroit? Y a-t-il eu des discussions à ce sujet entre le *tangalamena* et le paysan, entre des paysans, à l'intérieur de la famille, des rites, des changements d'avis?

1:

2

.....
.....

3:

.....
.....

4:

.....
.....

2.10. Qui a travaillé sur ces *tavy* et qui a fait quoi? Avez-vous fait une seconde culture (quoi?), avec un nouveau feu?

1:

2

3:

.....
.....

4:

.....
.....

Protocole nouveaux sites: indications stationnelles, historique		No relevé:
Date:	Chez:	
Relief (cf. réf.):	Long. pente (approx.):	
Altitude:	Pente:	
Exposition:		
Historique culturel:	Date, période de culture:	
Type de culture:	Culture mixte?:	
Travail de la terre:	Sarclages?:	
Nbre de kapoka:	semences:	récolte:
Jugement rendement passé:	Pourquoi?	
Végétation(âge, type), sol avant:		
Actions depuis culture?		
Nombre de cultures précédentes:		
Croquis de situation (avec indic. Nord):		
Observe-t-on des différences dans la végétation (hauteur, composition, etc.)? Si oui, pourquoi d'après le propriétaire? _____		
N.B. S'il y a plusieurs relevés, indiquer les emplacements sur le croquis.		
Indications s/croquis de l'environnement du relevé (végétation, propriété, dates culture, etc.)		
Quand voudrait-il cultiver, quoi? Qui d'autre pourrait y cultiver?		
Biomasse:		
Végétation:	1)	2) 3)
Litière:	Pourcentages:	
Restes calcinés d'anciens brûlis:	secs sur pied:	
matière à terre non-décomposée:	décomposée:	
Litière:	Pesages:	
Poids frais	1)	2) 3)
Litière:	Composition (en tiges, feuilles, fruits, etc.): _____	
Remarques (toposéquence, etc.)		

Compléments pour relevés en jachères âgées

Date:

No du relevé botanique correspondant:

Nom de l'enquêté(s):

Description de la jachère/forêt (structure, esp. dominantes hauteur, diamètre, croquis)

Observe-t-on des traces d'exploitation -de gaules -de charbon? _____

Terroir villageois d'appartenance: _____

Quelle relation a ce village avec les autres villages connus (Tanambao, Ambavaniasy, Ambohimarina, Fierenana, etc.)? _____

Est-ce que la forêt est gérée/protégée au niveau du village? Pourquoi et comment?

Sinon, a-t-elle un propriétaire (âge, origine, etc.)? qui avait cultivé à cet endroit, quoi, comment était le rendement?

Description des utilisations actuelles

a) Selon un villageois, par qui (comm. vill./ groupe précis/charbonnier, etc.)

b) Selon Lesabotsy, d'après la situation topo. et les espèces qu'il observe

1.2.4 Depuis quand n'habitez-vous plus au village? _____ Pourquoi? est-ce mieux à vos yeux?

1.2.5 Quels sont, autour de votre maison/hameau/village ou au tanimboly, les cultures, les plantes ou arbres (aussi naturels) qui sont à vos yeux les plus importants?

A quoi peuvent-ils servir?

Espèces	manger	épicer	le feu	le charbon	maison/réparation	clôtures/frites	cordes/lianes	artisanat	soigner	rites/chance/esprit	apiculture	chasse/pêche	pâturage	vente	part vendue	Nombre de pieds	plantée?	possession/voeu	esp. rare?	Remarques

Importance

Parmi les utilisations citées ou activités possibles, quelles sont celles qui sont à votre avis et pour cet endroit les plus importantes (dans l'ordre)? *Insertion d'activités sans relation avec les plantes*
 Y-a-t'il quelquefois des vols? oui 1 non 2 Est-ce un grave problème? oui 1 non 2

1.2.6 Pour les espèces plantées importantes, comment avez-vous obtenu les semences ou plants?

Espèces	Achat	Troc	Propres ress.	Don	De qui?	Remarques

Combinaisons possibles

1.2.7 Y-a-t-il des plantes/arbres qui, par contre, vous gênent dans ces endroits?
 oui 1 non 2 Si oui, quelle(s) plante(s) et pourquoi? _____

1.2.8 Qu'y aurait-il d'encore plus intéressant (type de culture)/ d'autre (vocation) à faire sur ces endroits?

1.2.9 Que trouvez-vous important lors du choix d'un site d'habitation, de tanimboly (terres, localisation)?
(ou que feriez-vous, que conseillerez-vous) _____

1.2.10 Quels sont les avantages/inconvénients d'avoir des plantes utiles autour de la maison ou du village, au tanimboly (à vos yeux)?

<p>Avantages</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p>	<p>Inconvénients</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p>
--	--

Remarques

1.3 Les reboisements

1.3.1 Possédez-vous un reboisement?

Nom lieu	Acquisition				Date	Etat initial			Emplacement			Remarques			
	Héritage	Achat	Prop. coll.	Prop. libre		Prêt	Avec cult.	Tavy	Savoka	Brûlis?	Village		bas-fonds	ruisseau	versant

1.3.2 Si vous n'en possédez pas, avez-vous accès à un reboisement? oui 1 non 2
Si oui, à qui appartient-il? (famille, amis?) _____

1.3.3 Si le terrain est prêté ou collectif, comment se fait le partage? _____

1.3.4 Quelles sont dans les reboisements les plantes/arbres que vous jugez les plus importants (même s'ils ont poussé naturellement)?

A quoi peuvent-ils servir?

Espèces	manger	épicer	le feu	le charbon	maison/réparation	clôtures/limites	cordes/lianes	artisanat	soigner	rites/chance/esprit	apiculture	chasse/pêche	pâturage	vente	part vendue	Nombre de pieds	plantee?	possession, voeu	esp. rare?	Remarques	

Importance

Parmi les utilisations citées ou activités possibles, quelles sont celles qui sont à votre avis et pour cet endroit, les plus importantes (dans l'ordre)? Insertion d'activités sans relation avec les plantes

Y-a-t'il quelquefois des vols? oui 1 non 2 Est-ce un grave problème? oui 1 non 2

1.3.5 Pour les espèces plantées importantes, comment avez-vous obtenu les semences ou plants?

Espèces	Achat	Troc	Propres ress.	Don	De qui?	Remarques

Combinaisons possibles

1.3.6 Y-a-t-il des plantes/arbres qui vous gênent dans ces endroits?
oui 1 non 2 Si oui, quelle(s) plante(s) et pourquoi? _____

1.3.7 Qu'y aurait-il d'encore plus intéressant (type de culture)/d'autre (vocation) à faire sur ces endroits?

1.3.8 Que trouvez-vous important lors du choix d'un site de reboisement (terres, localisation)?
(ou que feriez-vous, que conseillerez-vous) _____

1.3.9 Quels sont les avantages/inconvénients de posséder/d'avoir accès à un reboisement?
à vos yeux

Avantages	Inconvénients
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

Remarques

1.4 Les forêts

1.4.1 Quelles sont les forêts dans lesquelles vous vous rendez? *Noms de lieu, de forêts*

Le plus souvent: _____

Plus rarement: _____

Très rarement: _____

1.4.2 Possédez-vous une forêt ou une partie de forêt? oui 1 non 2
(Comment en avez-vous obtenu la propriété' (plusieurs réponses possibles)
héritage 1 achat 2 Propr. coll. 3 Prêt 4 Propr. libre 5 Autre: _____ 6)

1.5.5 Y-a-t-il des plantes/arbres qui vous gênent dans ces endroits?
 oui 1 non 2 Si oui, quelle(s) plante(s), pourquoi et dans quels endroits?

1.5.6 Qu'y aurait-il d'encore plus intéressant (type de culture)/ d'autre (vocation) à faire sur ces endroits?

1.5.7 Quels sont les avantages/inconvénients de posséder/d'avoir accès à une ramarasana, savoka fohy ou mody à vos yeux? *Insérer les noms*

Avantages		Inconvénients	
a)	b)	a)	b)
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
c)	d)	c)	d)
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	

Remarques

1.6 Les bas-fonds, les bords de ruisseau

1.6.1 Possédez-vous des terrains/cultures en bords de ruisseau (p. ex. bambous, raphias, etc.) qui ne font pas partie d'un tanimboly? oui 1 non 2

1.6.2 Possédez-vous un terrain (non-cité) en bas-fonds (p.ex. rizière abandonnée)? oui 1 non 2
 un marécage? oui 1 non 2

Type d'esp.	Acquisition					Date	Etat initial			Emplacement		Remarques	
	Héritage	Achat	Prop. coll.	Prop. libre	Prêt		Avec cult.	Tavy	Savoka	Brûlis?	Village		t

Préciser si la propriété comprend le terrain (t) ou seulement la culture (c)

1.6.3 Si vous n'en possédez pas, avez-vous accès à de tels terrains? oui 1 non 2
 Si oui, à qui appartiennent-ils? (famille, amis?) _____

1.6.4 Si le terrain est prêté ou collectif, que possédez-vous des récoltes? Comment se fait le partage?

Restitution ... Confirmation des résultats ... Thèmes d'avenir

Discussion de groupe : par terroir (2 villages réunis). Enregistrement des séances.

I Etude de problème et d'impacts : le tavy

- Présentation des observations de la déforestation et des articles de journaux (se sentent-ils concernés ?)
 - Photos navette spatiale (R1)
 - Articles divers malgaches (R2-R5)
 - Cartes JBrand et JBa de déforestation (R6-R7)
- Explication de l'importance de la conservation des nutriments et des effets du feu
 - Littérature : recueil (schémas, R8 : flux d'eau et R9 : effets du feu)
 - Description du travail de Liva : explication problèmes (R10a : schéma de la jachère... à la jachère, 10b : livacoco.xls)
- Connaissances des stades de dégradation et des phases de régénération
 - Les premiers stades de jachères : Mamitiana, R11 : Succ Mamitiana.xls
 - L'évolution pendant la jachère (R12 : evol jach.xls)
 - Groupements à demander, R13 : Schéma à dessiner pour 15 catégories en fonction du relief, de l'âge et des répétitions.
- **Valorisation des résultats :**
 - Que nous indiquent les groupements végétaux déterminés pour l'agriculture (quand sait-on que la jachère est régénérée, en voie de dégradation, etc...)?**

◆ Discussion 1 : Gestion de jachères

Comment conserver des jachères productives ?

Principes de gestion 1 :

11 : Limiter les surfaces de tavy en fonction de la taille du ménage et de leurs possibilités de cultiver des horaka, pour ne couper et brûler que ce qui est possible à cultiver et pour s'assurer une exploitation équitable (comment faire pour planifier ? semences, main d'œuvre, finances ?). Indicateur : rapport grandeur ménage - vata semences ?

12 : Adapter si possible les durées de jachères au relief, donc les mises en cultures aux types de jachères pour les maintenir productives (plus le long de la pente mais champs transversaux ? surfaces minimales de culture et problèmes de dispersion spatiales ? exemples selon types de versants et de jachères). R14 : Effets de la pente sur divers facteurs (fig5.xls).

13 : Prévenir l'invasion de mauvaises herbes pour s'épargner du travail (prévention : durée de jachères et sarclage sélectif, date du semis, climat (précoce et sec))

14 : Conserver et favoriser les plantes ligneuses et productives pour la productivité et le bois de chauffe (espèces : DD, Har, etc... sarclage sélectif pendant tavy et ramarasana, pas de feu dans ramarasana ? possibilité de réintroduire ?)

15 : Protéger les crêtes du feu pour s'assurer d'éventuelles cultures ou récoltes futures dans les zones hors-pâturage (comment ? pourquoi ?)

Innovation 1 :

16 : Introduire des jachères améliorées pour intensifier la production des zones favorables (conditions : bouturage ? non-concurrence cultures ramarasana, etc.)

II Etude d'opportunités : le rôle de l'arbre et la forêt

IIa Evolution des couverts boisés et des plantes utiles

- **Situation dans le terroir des forêts et autres couverts boisés**
R15-R17 : Cartes de terroir : Forêts en bordure de terroirs et en crêtes, là où il y a des cailloux; reboisements en bordure de propriété. JL et Patrick
 - **Vérification des résultats : utilités prioritaires des espaces**
R18-19 : Fichier Priotout.xls Tableau selon enquêtes JL
- **Plantes utiles des couverts boisés et des autres espaces**
R 20 : fichier recap espèces selon enquêtes JL
 - **Valorisation des résultats : quelles plantes « gérables » (rares et/ou très utiles) ?**
Reprise R20 : Conditions pour une gestion : qui serait intéressé... Ombiasy ?
- **La consommation de bois de chauffe et de construction**
R21 : résultats Patrick : discussion des périodes et des quantités
 - **Valorisation des résultats : Disponibilité actuelle des ressources mais utilité d'une amélioration ou d'un début de gestion pour quelques espèces, lesquelles et comment ?**
R22 : Liste espèces Patrick

◆ Discussion 2 : Conservation et gestion des plantes utiles

Comment gérer les forêts, les reboisements et les jachères pour s'assurer une conservation et une disponibilité adéquate des plantes utiles ?

Principes 2 :

21 Conserver les forêts actuelles pour le bois de construction (restrictions aux utilisations communautaires), pour les lianes (exemples), pour des plantes médicinales et pour l'apiculture (Dina à établir ?)

22 Conserver, traiter ou rétablir des espaces boisés au bord des rivières (exemples d'espèces utiles, p.ex. bambous, raphias, bois de chauffe, Rotra)

23 Conserver, traiter ou rétablir des espaces boisés autour de l'habitat permanent pour des utilisations régulières (p.ex. bois de chauffe)

24 Introduire des haies vives mixtes en limite de propriété ou de cultures pour des raisons écologiques (gingembre), économiques et foncières (combinaison de bananiers, DD, légumineuses, manioc)

Innovation 2 :

25 Promouvoir les reboisements mixtes, de ménage ou de clan (essences indigènes comme HH, Rotra, Lady, Ravintsara ?, etc... et introduites, production propre et vente)

IIb Etude des tanimboly et production de rente avoisinantes

- **Attractivité et revenus des cultures boisées (tanimboly et arbres isolés)**
R23 (6 fois : nombres de jours investis et rendements par terroirs): strat jl.xls
 - **Vérification des résultats : primauté café et bananes, autres produits annuels et sinon, rarement, quelques fruitiers rentables (avocats, ananas, litchis, oranges, pamplemousses, goyaves ?)**
- **Avantages de la combinaison d'arbres et de cultures**
Discussion libre avec schéma au besoin (économie d'espace)
 - **Vérifications des résultats : Types de culture prioritaires**
Reprise R20 : Liste JL

◆ Discussion 3 : Potentiel d'extension et d'intensification du tanimboly

Tableau dessin

Que faire pour faciliter la gestion des tanimboly (invasion de mauvaises herbes) ?

Qu'est-ce qui vous inciterait à investir du temps et du travail pour une amélioration ou une extension de vos tanimboly (sécurité investissement?)

Principes 3 :

31 La gestion du couvert arboré et des bords est essentielle pour la lutte contre les mauvaises herbes et la facilité de gestion des tanimboly (Albizia pas assez solide ? Volomborona croissance trop lente ? Bonara ? Fruitiers à feuillage épars ou taillés ? succession des plantations pour couvert)

32 Discussion d'un croquis d'exemple d'évolution d'un tanimboly

33 La rentabilité des tanimboly dépend d'abord des bananiers et des caféiers. Les exemples de réussite financière d'un autre type de culture démontre qu'une certaine échelle (p. ex. 20 pieds minimum de litchis) de même qu'une spécialisation moyenne conviennent (promotion de poivre, litchis et d'agrumes de qualité, évtl. vanille... Discuter de l'avantage du retard de fructification)

34 Il est apprécié d'inclure des cultures fruitières auto-consommées, voire pour la vente surtout si les fruits ou variétés sont « spéciales » (espèces, quantité, structure ? Kombava)

35 Il est favorable d'intégrer des champs non-couverts (cultures maraichères, gingembre, jachère) au tanimboly pour la facilité de leur entretien

Innovations 3 :

36 Les champs non-couverts pourront profiter d'engrais provenant de l'élevage et/ou de cendres et composts ménagers (divers élevage, problèmes de transport ? quelles cultures ?)

37 Introduire des cultures nouvelles comme celles des plantes aromatiques (Geranium, camphre, Longoza, Radriaka, etc. ?) ou médicinales (Catahranthus roseus, Vonenina, cultivé à Moramanga, Centella asiatica, Talapetraka, recherché par des collecteurs)

IIC Espaces dégradés ou marginaux**◆ Discussion 4 : Valorisation des espaces marginaux**

Tableau dessin

Principes 4 :**41 Volonté de promouvoir l'élevage : type, organisation ? (fosse, fumier, savanes ?)****42 (☛ Identique P25) Volonté de reboiser pour notre consommation de bois de construction, pour la vente, pour l'apiculture et pour nos enfants. Il sera possible d'inclure des espèces indigènes (notamment Hirihsika, Rotra et Lady)****Innovations 4 :****43 Nous sommes intéressés à cultiver les savanes si on pouvait les améliorer (améliorations avec parcs à bœufs provisoires? girofliers, ananas, fourrage)? Dans ce cas, nous installerions des pare-feux**

III Gestion de terroir

- Etude de l'aménagement de terroirs
R24 : exemple Cartes Salampinga. R25 : tableau Rapaoty.
 - **Vérification des résultats : limites de zones communautaires, sacrées et privées : vers quelles évolutions ?**
- Etude des conditions foncières et de leur évolution (héritages ?)
R26 : Carte lignages Sal (exemple), données généalogiques JL
 - **Vérification des résultats : zones traditionnelles, zones par clan, autres zones ? Processus de « gestion » de l'accès aux terres.**
- Gestion de bas-fonds et élevage
Discussion ouverte sur avantages rizières et de l'élevage (reprise R23 rendements)
 - **Vérification des résultats : priorité sur bas-fonds et élevage, quelles cultures et quel type d'élevage?**

◆ Discussion 5 : La gestion de terroir

Tableau

Principes 5 :

51 Concentration des propriétés familiales par vallon : arrangements et sécurisation foncière. Exploitation par vallons avec tanimboly, tavy intensif et reboisements

52 Meilleure prise en compte du relief et des micro-niches

53 Gestion de l'eau communautaire

54 Principe de l'égalité de l'accès aux terres pour les jeunes (arrangements s'il n'y a plus de place dans le vallon?) et pour les ressources communautaires

IV L'avenir du village

- ◆ **Discussion 6 : Vie communautaire et démarche... Par quoi commencer ?**

Tableau

Principes 6 :

61 Discussion foncière

62 Prise de risques pour la sécurité alimentaire mais revenus plus élevés : niveau de complémentarités des approches vivrières et de rente ? Besoins de crédits ?

63 Conservation de la fertilité des terres privées (gestion durable, donc moins de tavy et si possible rizières, élevage, etc.)

64 Une autorité villageoise forte et un contrôle externe de proximité (mairie ? modérateur ?)

65 Profiter des possibilités de regroupement (partage des tâches, spécialisation, débouchés économiques) et de collaboration (meilleurs contacts avec acheteurs) pour des avantages économiques

66 Aller chercher les informations techniques ou politiques (projets, CIREF, CIRAGRI, etc.)

67 Réfléchir en groupe à long terme du développement et ne pas avoir peur des idées nouvelles : faire des essais individuels pour les concrétiser (par exemple pour domestication)

V Priorités d'avenir

- ◆ **Discussion finale : Questions de principes...**

Tableau: reprise des principes... Priorisation

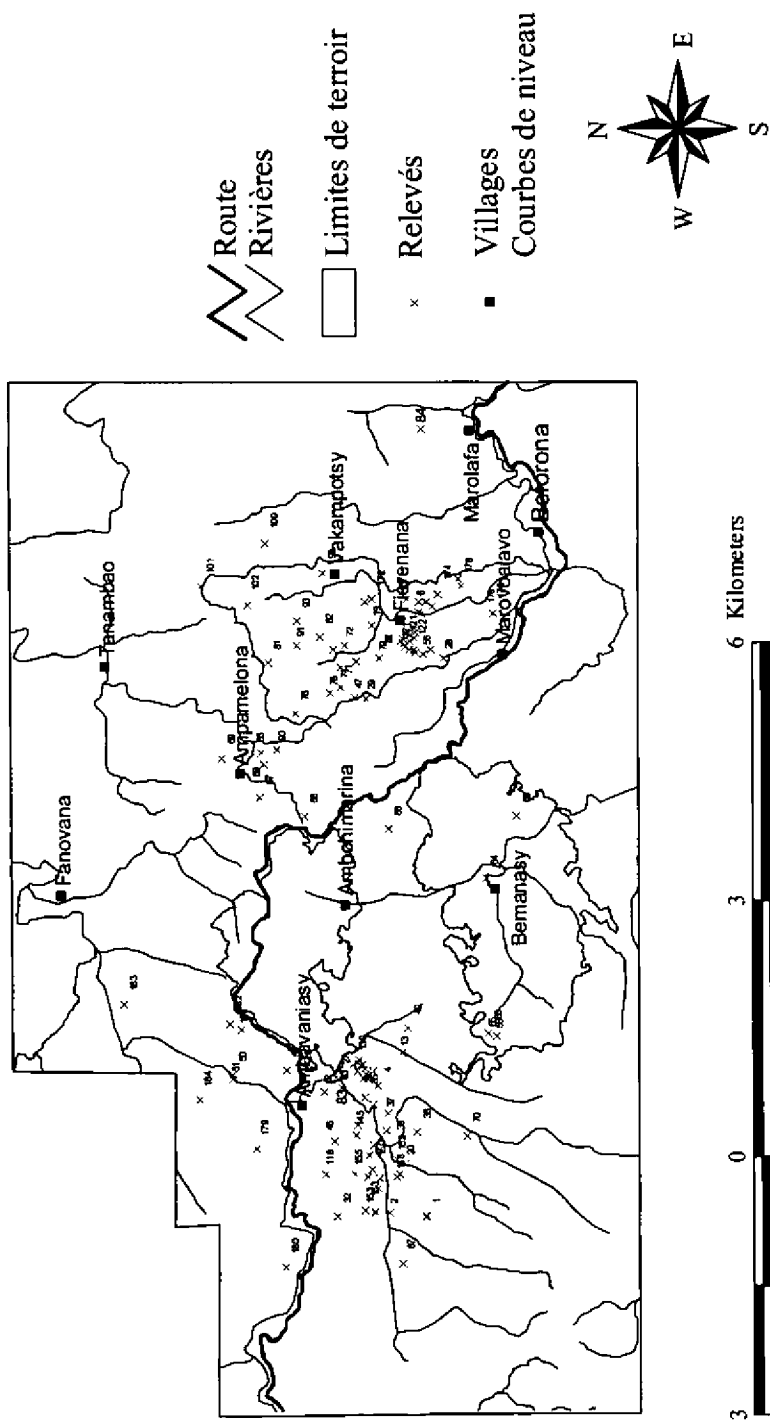
Principes prioritaires et modes de gestion

Conclusion des participants (problèmes attendus) et évaluation.

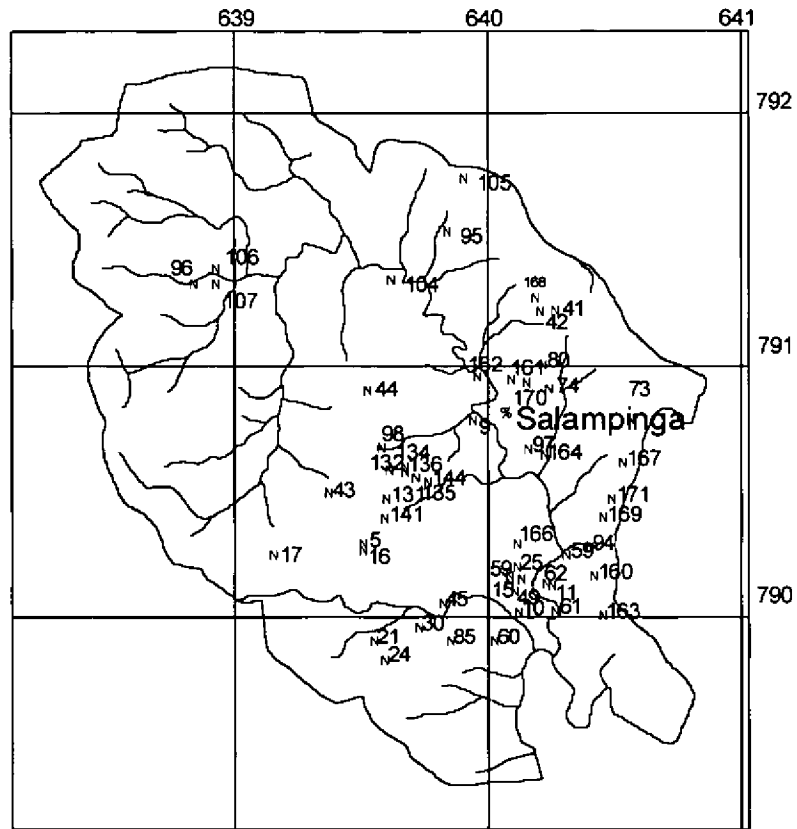
Annexe 6 : Répartition des enquêtés pour chaque village et terroir.






Terroirs et Villages	Enquêté	Cat. d'âge 1 : 15-24, 2 : 25-34, 3 : 35- 44, 4 : 45->	Lignage	Sexe	Totaux	% des ménages enquêtés sur le total
AMBOHIMARINA						
Ambodiaviavy	Jeremiah Daniel	4	Ngina	M		
	Ikefatra	4	Menamaso	M		
	Soatalata Sampivavy	2	Ngina	F		
	Randriamantena Olivier	1	Tovoson	M		
	Jean Rasolo René	1	Zanabelo	M		
	Chris	4	Laiandroana	F		
	Botomaraina Lezoma	2	Poravelona	M		
	Razakason Manantiana	3	Manantiana	M	8 sur 33	
Bemanasy	Feno	1	« Hors lignage »	M		
	Noro Jean	4	Lematoky	M		
	Velolaby François	2	Rivomanana	M		
	Sohita Joséphine	4	Galy	F		
	Botoson Armand	2	Pesa	M		
	Lezoma	3	Remiarana	M		
	Laimaraina	4	« Hors lignage »	M	7 sur 35	22%
FIERENANA						
Fierenana	Rakotondrasana Albert	2	Lezoma	M		
	Laiierenana Gastely Oscar	3	Lahady	M		
	Vitasoa Botoamby	3	Lezoma	M		
	Razanajafy Razaline	4	Justin	F		
	Razafinasy Clairette	1	Lezoma	F		
	Randrianasolo Elijean	1	Justin	M		
	Lalaoarisoa	2	Lahady	F		
	Boto Jean-Baptiste	3	Lahady	M		
	Lezoma René	4	Lezoma	M		
	Telolahy Jean-Robert	2	Justin	M	10 sur 41	
Vakampotsy	Velomora Bernard	3	Tangalamena	M		
	Randriamantena Alphonse	4	Retour	M		
	Justine	3	Lezoma	F		
	Rakotondrasana Jean-Robert	2	Beforona	M		
	Bototalata (Lekitrana)	3	Imm.	M	5 sur 19	25%
SAHANAMPINGA						
Sahanampinga	Lezoma I	4	Lezoma I	M		
	Misivavy Elisabeth	3	Ampasimbe	F		
	Sampivony Botoandalana	1	Jambo	M		
	Randrianasolo Roger	3	Lezoma I	M		
	Auguste Jean-Pierre	1	Ampasimbe	M		
	Botoandalana	3	(Lezoma I)	M		
	Tsarahy Botondrirana	2	Ralakana	M		
	Navelo	4	Imm.	M?		
	Botolahady	3	lambo	M	9 sur 19	
Ambohimiadana						
	Botoletalata Patrice	4	Tangalamena	M		
	Botorirana Patrice	2	?	M		
	Tovonasy	3	Imm.	M	3 sur 9	43%

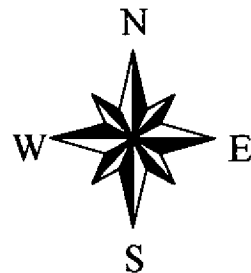
Annexe 7a: Relevés de la région de Vohidrazana/Fierenana



Annexe 7b: carte des relevés - Salampinga



-  Rivières
-  Limite de terroir (Salampinga)
-  Village
-  Coordonnées Laborde
-  Relevés



M U L V A - 5 Vers. 1.04

 *** RESE 26.04.95 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:   161   ATTRIBUTES:   261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                       |
-----
```

OPERATIONS

OPT1: RESEMBLANCE MATRIX (M,default)
 OPT2: SINGLE COMPARISONS (S)
 OPT3: COMPARE COORDINATE SETS (C)
 OPT4: CORRELATE COORDINATES WITH SITE FACTORS (F)
 OPT5: ERASE A MATRIX (E)

SPECIFY OPT:

M

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	3/1	12	161

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS

SPECIFY RESEMBLANCE OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R31.1):

R311

SPECIFY RESEMBLANCE FUNCTION

OPT11 CROSS PRODUCT WITHOUT CENTERING	OPT21 EUCLIDEAN DISTANCE
OPT12 CROSS PRODUCT, CENTERED	OPT22 CHORD DISTANCE
OPT13 COVARIANCE	OPT23 MANHATTAN DISTANCE
OPT14 CORRELATION COEFFICIENT (default)	OPT24 (FSPA-DISTANCE, see FSPA)
OPT15 OCHIAI COEFFICIENT	
OPT16 VAN DER MAARELS COEFFICIENT	
OPT17 GOWER INDEX FOR NOMINAL VARIABLES	

TYPE OPT:

11

...waiting...

RESEMBLANCE MEASURE RANGE FROM -0.921E-02 TO 0.220E+00

AVERAGE RESEMBLANCE IS -0.236E-03

STANDARD DEVIATION IS 0.377E-02

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/3	11	161

ATTRIBUTES:

OPTION	TRANSFORM.	RESEMBLANCE	DIMENSIONS

NO. SOURCE: OPT.NO.: OPT.NO.:

OUTPUT OF THE MATRIX COVERS 3745 LINES!

OUTPUT OF THE MATRIX (Y/N, default=N):

n

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

*** COMP 27.04.94 ***

MAXIMUM SIZE FOR RESEMBLANCE MATRIX IS 600

MAXIMUM NUMBER OF SCORES IS 1000

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:  161   ATTRIBUTES:  261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                         |
-----
```

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION	TRANSFORM.	RESEMBLANCE	DIMENSIONS
NO. SOURCE: OPT.NO.: OPT.NO.:			
31.1 RESE	2/3	11	161

ATTRIBUTES:

OPTION	TRANSFORM.	RESEMBLANCE	DIMENSIONS
NO. SOURCE: OPT.NO.: OPT.NO.:			

SPECIFY RESEMBLANCE OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R31.1):

R311

OPT1: PCA, COEFFICIENTS NORMALIZED (default)

OPT2: ADJUSTMENTS FOR PCAD ARE PERFORMED

OPT3: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, NORMAL METHOD)

OPT4: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, HIGH WEIGHT TO RARE ATTRIBUTES)

OPT5: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, HIGH WEIGHT TO COMMON ATTRIBUTES)

OPT6: PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS (PCOA)

TYPE OPT:

3

--- ALGORITHM IS CORRESPONDENCE ANALYSIS

--- (METHOD NO. 3)

...waiting...

EIGENVALUES:

0.426E+00 0.290E+00 0.248E+00 0.196E+00 0.168E+00 0.161E+00 0.158E+00 0.141E+00

...

0.184E-02 0.172E-02 0.156E-02 0.145E-02 0.115E-02 0.932E-03 0.849E-03 0.568E-03

-.378E-07

PERCENTAGES:

5.913	4.022	3.447	2.725	2.328	2.228	2.194	1.952
1.884	1.831	1.742	1.678	1.640	1.579	1.555	1.531
...							
0.026	0.024	0.022	0.020	0.016	0.013	0.012	0.008
0.000							

CUMULATIVE PERCENTAGES:

5.913	9.936	13.382	16.108	18.436	20.664	22.858	24.809
26.693	28.524	30.266	31.943	33.584	35.162	36.717	38.248
...							
99.886	99.910	99.931	99.951	99.967	99.980	99.992	100.000
100.000							

SPECIFY AXIS TO BE USED FOR ORDERING RELEVES AND ATTRIBUTES (1- 32, default=1):

1

SPECIFY LOCATION FOR THE NEW COORDINATE OPTIONS (1-3, default=1):

1

PRINTING COMPONENT SCORES AND COEFFICIENTS (y/n, default=n):

n

NO., COMPONENT COEFFICIENTS, FIRST 6 AXES
(RELEVES, 32 AXES STORED)

+----+		+----+		+----+	
/	/	/	/	/	/ 3 /
+----+	+	+----+2+		+----+	+
1	/		/		/
+----+		+----+		+----+	
					24 1
					1*1
1					**211 1
					***3 1
111					151 11
*63 1					11
2 1					3*412 2
3*73					1418**632 1
14					2 12 1
3	1				11 1 1 1
1					1
1	1				1 1

NO. OF DATA POINTS INDICATED BY 1 ... 9, * = MORE - CONTINUE (y/n, default=y)?

Y

NO., COMPONENT SCORES
(ATTRIBUTES, 32 AXES STORED)

+----+		+----+		+----+	
/	/	/	/	/	/ 3 /
+----+	+	+----+2+		+----+	+
1	/		/		/
+----+		+----+		+----+	

```

+-----+-----+-----+
|      1 1      | |      2      | |14      1      |
|      2211     | |      222     | |1621     1133111 |
|      121      | |      121     | |1**7524331 3 1 1 |
|      5531     | |      3641    | | 8***762 1      |
| 1**9511 1    | |      1**84   | | 356**611 1     |
| **932        | |      113***51| | 52 11321      |
|1**41122 1    | |      1137***451| |11      1 1     |
|2*1 1 3 1     | |      124114512| | 21           |
|111      23 1 1 | |      1 1 1 34 | |1           |
|12          2 11 1 | |      1 2      11 3 | |           |
|           31      | |           31      | |           |
|1           12111 | |1           222 | |1           |
+-----+-----+-----+

```

NO. OF DATA POINTS INDICATED BY 1 ... 9, * = MORE - CONTINUE (y/n, default=y)?
Y

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/3	0	0	-
11.2	OPEN	2/3	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/3	0	0	-
11.2	OPEN	2/3	0	0	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

----- COORDINATE OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	DIMENSIONS
42.1	COMP	2/3	11	3	32

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	DIMENSIONS
42.1	COMP	2/3	11	3	32

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

 *** OPEN 25.09.97 ***

STARTING NEW PROCESSING SESSION

SPECIFY FILE TO OPEN
 (default name is "origm5 ")
 origm5

```
| DATA SET NO.:      1      RELEVES:   161      ATTRIBUTES:   261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                       |
-----
```

>> INITIALISING, ERASING SORTING- COORDINATE- AND RESEMBLANCE OPTIONS >>
INITIALISE (y/n, default=n)?

2

SCALAR TRANSFORMATION

OPT0: NO TRANSFORMATION (default)

OPT1: SQUARE ROOT OF ABSOLUTE VALUE

OPT2: ABSOLUTE VALUE OF LOG X+Y, EXCEPT 0

OPT3: X EXP Y

OPT4: PRESENCE-ABSENCE (SIGNUM)

TYPE OPT:

2

SPECIFY Y:

64.000

VECTOR TRANSFORMATION

OPT0: NO TRANSFORMATION (default)

OPT1: RELEVÉ VECTORS TO UNIT LENGTH

OPT2: ATTRIBUTES VECTORS TO UNIT LENGTH

OPT3: TRANSFORMATION FOR CORRESPONDENCE ANALYSIS

OPT4: ADJUST RELEVÉS TO 100% COVER

SPECIFY OPT:

2

PRINTOUT OF STATISTICS (y/n, default=n):

n

CODE USED IN THE DATA:

.	r	+	1	2	3	4	5	6	
CORRESPONDING VALUES:									
0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

THERE ARE 11 SITE FACTORS IN THE DATA SET

THERE ARE 89.4% ZERO ELEMENTS IN THE DATA

... waiting ...

OUTPUT OF THE DATA COVERS 5668 LINES

PRINTOUT OF THE DATA (y/n, default=n):

n

SORTING OPTIONS R/S11.1 USE ORDER IN FILE origm5

SORTING OPTIONS R/S11.2 CORRESPOND WITH DECREASING FREQUENCY

GROUP NUMBERS IN SORTING OPTIONS R/S11.2 ARE

GROUP NO. 1 - 4: FREQUENCIES USED

GROUP NO. 5: FREQUENCY 5 AND UP

GROUP NO. 999: FREQUENCY 0

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

-> END REACHED (OUTPUT IS IN FILE prinda) - REPEAT RUNNING OPEN-11 (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

*** RESE 26.04.95 ***

```

-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:  161   ATTRIBUTES:  261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                         |
-----

```

OPERATIONS

OPT1: RESEMBLANCE MATRIX (M,default)

OPT2: SINGLE COMPARISONS (S)

OPT3: COMPARE COORDINATE SETS (C)

OPT4: CORRELATE COORDINATES WITH SITE FACTORS (F)

OPT5: ERASE A MATRIX (E)

SPECIFY OPT:

M

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/3	11	161

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS

SPECIFY RESEMBLANCE OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R31.1):

S311

SPECIFY RESEMBLANCE FUNCTION

OPT11 CROSS PRODUCT WITHOUT CENTERING

OPT21 EUCLIDEAN DISTANCE

OPT12 CROSS PRODUCT, CENTERED

OPT22 CHORD DISTANCE

OPT13 COVARIANCE

OPT23 MANHATTAN DISTANCE

OPT14 CORRELATION COEFFICIENT (default)

OPT24 (FSPA-DISTANCE, see FSPA)

OPT15 OCHIAI COEFFICIENT

OPT16 VAN DER MAARELS COEFFICIENT

OPT17 GOWER INDEX FOR NOMINAL VARIABLES

TYPE OPT:

21

...waiting...

OPTIONS 21 AND 22 ARE EQUIVALENT, 22 IS ASSUMED.

RESEMBLANCE MEASURE RANGE FROM 0.000E+00 TO 0.141E+01

AVERAGE RESEMBLANCE IS 0.134E+01

STANDARD DEVIATION IS 0.105E+00

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/3	11	161

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/2	21	261

OUTPUT OF THE MATRIX COVERS 9201 LINES!

OUTPUT OF THE MATRIX (Y/N, default=N):

n

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

*** CLUS 23.11.94 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:  161   ATTRIBUTES:  261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                       |
-----
```

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/3	11	161

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/2	21	261

SPECIFY RESEMBLANCE OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R31.1):

S311

ALGORITHM:

OPT1: SINGLE LINKAGE

OPT2: COMPLETE LINKAGE (default)

OPT3: MIN.VARIANCE CLUSTERING

TYPE OPT:

2

TRANSFORMATION OF RESEMBLANCE VALUES (R):

NO TRANSFORMATION

...waiting...

FUSION LEVELS:

0.50272E-02 0.83080E-02 0.45916E+00 0.51714E+00 0.51760E+00 0.59982E+00

...

0.14142E+01 0.14142E+01 0.14142E+01 0.14142E+01 0.14142E+01 0.14142E+01
 0.14142E+01 0.14142E+01

ATTRIBUTE NAMES IN FRONT OF DENDROGRAM (y/n, default=n):

SIZE OF DENDROGRAM:

S - SMALL, N - NORMAL, L - LARGE, BLANK - NO PRINTOUT

SPECIFY SIZE:

N

-6.54E-02 2.45E-01 5.55E-01 8.65E-01 1.17E+00 1.48E+00
 -0---.-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 40 *****
 |***

...

155 *****
 -0---.-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 -6.54E-02 2.45E-01 5.55E-01 8.65E-01 1.17E+00 1.48E+00

SPECIFY NUMBER OF GROUPS TO BE FORMED (1-999):

75

LEVEL:

354 387 430 468 271 276 267 270 266 268

...

306 432 484 287 310 433 483 400 482 486

1

THE FOLLOWING SEQUENCE RESULTS:

40 31 27 80 8 6 4 3 2 1

...

176 161 153 203 174 215 240 206 243 218

230 180 197 245 216 212 186 261 258 188

155

CLASSIFICATION:

1 1 1 1 2 2 2 2 2 2
 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3

...

71 71 71 72 72 72 72 73 73 74

75

SPECIFY STORAGE LOCATION FOR THE NEW ORDER (1-3, default=1):

1

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n
M U L V A - 5 Vers. 1.04

*** AOCL 09.05.95 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:   161   ATTRIBUTES:   261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                         |
-----
```

TYPE "1" TO ANALYSE A VEGETATION TABLE (default)
TYPE "2" TO COMPARE TWO CLASSIFICATIONS (CA-MODE):
1

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

SPECIFY SORTING OPT. FOR RELEVES, "Rnn.n" (default=R11.1):
R411

SPECIFY SORTING OPT. FOR ATTRIBUTES, "Snn.n" (default=S11.1):
S411

CONTINGENCY TABLE

COLUMN GROUP NO.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15				
1. ROW GROUP	0	2	42	4	5	0	5	5	24
8	1	15	22	3	0				
2. ROW GROUP	1	26	288	22	62	17	46	112	163
110	55	187	148	17	42				
...									
75. ROW GROUP	0	0	0	0	0	1	3	0	0
0	0	1	0	0	0				

INDICATE COLUMN GROUPS TO BE DISBANDED
 TYPE GROUP NOS. (1 PER LINE, END WITH 0):
 INDICATE ROW GROUPS TO BE DISBANDED
 TYPE GROUP NOS. (1 PER LINE, END WITH 0):

GRAND TOTAL AFTER REDUCING: 4442.00

AVERAGE GROUP SIZE IS 37.4

ADJUSTED CONTINGENCY TABLE

COLUMN GROUP NO.:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10									
	11	12	13	14	15				
1. ROW GROUP									
0.000	4.203	19.307	8.406	8.172	0.000	7.355	4.597	23.537	
10.698									
	2.452	12.980	21.575	11.033	0.000				
...									
74. ROW GROUP									
0.000	0.000	3.678	0.000	0.000	0.000	0.000	3.678	0.000	
0.000									
	0.000	0.000	3.923	0.000	0.000				
75. ROW GROUP									
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.614	17.652	0.000	0.000	
0.000									
	0.000	3.461	0.000	0.000	0.000				

...eigenanalysis...

EIGENVALUES:

.49683E+00 .37192E+00 .24395E+00 .18228E+00 .14221E+00 .12820E+00 .96229E-01
 .76564E-01 .70225E-01 .56852E-01
 .53713E-01 .45897E-01 .36649E-01 .25893E-01

PERCENTAGES:

	24.51	18.34	12.03	8.99	7.01	6.32	4.75
3.78	3.46	2.80					
	2.65	2.26	1.81	1.28			

CANONICAL CORRELATIONS:

0.70486	0.60985	0.49391	0.42695	0.37711	0.35805
0.31021	0.27670	0.26500	0.23844	0.23176	0.21424
0.19144	0.16091				

CHI SQUARE= 9005.751

MEAN SQUARE CONTINGENCY COEFF.= 0.145

CANONICAL SCORES OF ATTRIBUTES GROUPS

1	0.4605	0.6296	0.4180	0.6951	1.0172	-0.7645
...						
75	1.5607	-3.1319	-0.9232	0.8134	-0.2679	0.5762

CANONICAL SCORES OF RELEVE GROUPS

1	-2.6498	-1.1788	1.0163	0.2171	0.0333	0.0182
...						
15	0.4196	-0.0162	0.1165	2.3663	0.5361	2.5402

TYPE "YES" FOR DEVIATIONS FROM EXPECTATION
 (TOTAL AND LATTICES):

n

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

----- COORDINATE OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	DIMENSIONS
42.1	COMP	2/3	11	3	32
51.1	CONC	2/1	12	1	14

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	DIMENSIONS
42.1	COMP	2/3	11	3	32
51.1	CONC	2/2	21	1	14

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

 *** GROU 27.09.96 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:  161   ATTRIBUTES:  261 |
| Import from file sites999.txt |
| generated by IMPORT |
-----
```

EDIT OPTIONS ARE

OPT 0: NO CHANGE
 OPT 1: SPECIFY YOUR OWN CLASSIFICATION
 OPT 2: SPECIFY NEW ORDER OF GROUPS (OR OMIT GOUPS)
 OPT 3: TAKE EVERY NX-TH LINE
 OPT 4: SET NEW GROUP LIMITS
 OPT 5: SPECIFY LINES TO BE DELETED
 OPT 6: SPECIFY LINES TO BE RETAINED
 OPT 7: ORDER RELEVES ACCORDING TO SITE FACTOR
 OPT 8: ORDER ACCORDING TO A RELEVE/ATTRIBUTES VECTOR
 OPT 9: MOVE RELEVES/ATTRIBUTES INDIVIDUALLY
 OPT10: REARRANGE GROUPS INTERNALLY

TYPE OPT:

10

... now selecting an initial order to perform editing ...

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

SPECIFY SORTING OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R11.1):
R511

DEFINING ORDER OF INDIVIDUALS INSIDE GROUPS:

SPECIFY SORTING OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R11.1):
R421

SOURCE:

GROUP NO. 1:
143 142
GROUP NO. 2:
229 58 70 32 31 87 83

...

GROUP NO. 6:
134 132 141
INCREASING (TYPE 1, default), DECREASING (TYPE -1):
1

THE FOLLOWING SEQUENCE HOLDS

GROUP NO. 1:
142 143
GROUP NO. 2:
87 229 58 31 32 70 83
...
GROUP NO. 7:
125 126 127 131 170 168 178 121 169 171
GROUP NO. 6:
134 132 141

SPECIFY STORAGE LOCATION FOR THE NEW ORDER (1-3, default=1):

1

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

-> END REACHED (OUTPUT IS IN FILE prinda) - REPEAT RUNNING GROUPS-21 (Y)?
Y

*** GROU 27.09.96 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1    RELEVES:  161    ATTRIBUTES:  261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                         |
-----
```

EDIT OPTIONS ARE

OPT 0: NO CHANGE

OPT 1: SPECIFY YOUR OWN CLASSIFICATION

NO.	SOURCE:	OPT.NO.:	OPT.NO.:	OPT.NO.:	SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

SPECIFY SORTING OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R11.1):
S511

DEFINING ORDER OF INDIVIDUALS INSIDE GROUPS:

SPECIFY SORTING OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R11.1):
S421

SOURCE:

GROUP NO. 36:

162 149 241 228 231 226 249 229 213 260

GROUP NO. 42:

204 173 89 170 157

...

GROUP NO. 44:

147 99 75

INCREASING (TYPE 1, default), DECREASING (TYPE -1):

1

THE FOLLOWING SEQUENCE HOLDS

GROUP NO. 36:

260 149 229 249 162 213 231 226 241 228

GROUP NO. 42:

89 157 173 170 204

...

GROUP NO. 44:

99 147 75

SPECIFY STORAGE LOCATION FOR THE NEW ORDER (1-3, default=1):

1

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

-> END REACHED (OUTPUT IS IN FILE prinda) - REPEAT RUNNING GROUPS-21 (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

*** DISC 15.07.94 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:   161   ATTRIBUTES:   261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                         |
-----
```

METHODS

OPT 1: FISHERS DISCRIMINANT ANALYSIS (default)

OPT 2: JANCEYS RANKING UPON F-VALUES

SPECIFY OPT:

2

RANKING

"R" FOR RELEVES

"S" FOR ATTRIBUTES (default)

"F" FOR SITE FACTORS:

S

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS

-- RANKING ATTRIBUTES IS BASED ON CLASSIFICATION OF RELEVES --

SPECIFY SORTING OPT. FOR RELEVES, "Rnn.n" (default=R11.1):

R211

RELEVES INCLUDED IN THE ANALYSIS:

142	143	87	229	58	31	32	70	83	86
90	92	101	100	102	129	124	128	123	140
139	138	183	181	218	179	182	180	234	225
186	214	248	249	224	54	47	29	78	67
247	116	148	185	153	213	250	65	109	112
117	215	184	212	251	66	111	60	96	135
223	25	94	68	81	88	93	103	122	130
160	167	172	173	235	221	233	95	77	216

24	82	120	162	174	166	176	177	175	59
73	106	206	222	204	243	241	21	30	110
23	64	76	72	85	84	79	89	91	99
108	231	226	209	232	246	63	28	74	71
69	97	115	137	161	219	220	210	230	227
80	75	61	98	114	136	133	165	164	144
245	163	208	207	244	62	119	113	125	126
127	131	170	168	178	121	169	171	134	132
141									

CLASSIFICATION:

1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
5	5	5	5	5	5	5	11	11	11
11	11	11	13	13	13	13	13	13	13
13	13	13	13	13	13	13	13	14	14
14	14	15	15	15	15	15	15	15	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	9	9	9
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	9	8	8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
6									

GROUPS ARE:

1	2	3	4	5	11	13	14	15	10
12	9	8	7	6					

GROUP SIZES:

2	7	32	7	9	6	15	4	7	11
17	15	16	10	3					

INDICATE GROUPS TO BE EXCLUDED FROM THE ANALYSIS
ONE PER LINE, "0" TO EXIT:

0

GROUPS ARE:

1	2	3	4	5	11	13	14	15	10
12	9	8	7	6					

GROUP SIZES:

2	7	32	7	9	6	15	4	7	11
17	15	16	10	3					

...waiting...

RANKING BASED ON F-VALUE:

(DF1 = 14, DF2 = 146)

RANK 1 NO. 231 Euge oniv F-VALUE: 25.731

RANK 2 NO. 228 Dyps proc F-VALUE: 25.477

...

RANK 260 NO. 214 Ahip ms F-VALUE: 0.39941

RANK 261 NO. 239 Muss s5p6 F-VALUE: 0.36946

SPECIFY RANK OF LAST INDIVIDUAL TO BE RETAINED (0 = ALL):

100

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS
52.1	DISC	2/2	11	10	GROU

-- SPECIFY ORDER OF THE REMAINING ATTRIBUTES --

SPECIFY SORTING OPT. FOR ATTRIBUTES, "Snn.n" (default=S11.1):

S211

INDIVIDUALS

260	149	229	249	162	213	231	226	241	228
...									
41	46	114	143	163	210	155	99	147	75
...									
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
...									
2	2	2	2	24	24	13	13	13	13
9	9	8	45	45	45	75	44	44	44

CONTENT OF SORTING OPTIONS (JANCEYS RANKING)

OPT R/S 52.1: ALL RELEVES/ATTRIBUTES IN RANKED ORDER

OPT R/S 52.2: REDUCED LIST IN USER-DEFINED ORDER

OPT R/S 52.3: SAME AS 52.2. TRUNCATED INCLUDED AS GROUP 999

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-

51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS
52.1	DISC	2/2	11	10	GROU
52.2	DISC	2/2	11	10	GROU
52.3	DISC	2/2	11	10	GROU

INPUT- AND PRINT-FILES ARE inpuda AND prinda - ONCE MORE (Y)?

n

M U L V A - 5 Vers. 1.04

 *** TAB2 15.10.97 ***

```
-----
| DATA SET NO.:      1   RELEVES:   161   ATTRIBUTES:   261 |
| Import from file sites999.txt                               |
| generated by IMPORT                                       |
-----
```

TRANSFORMATIONS HAVE BEEN TURNED OF FOR PRINTING !!

----- SORTING OPTIONS AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	3/1	12	3	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	3/1	12	1	CLUS

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE:	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	METHOD OPT.NO.:	INITIAL SOURCE:
11.1	OPEN	2/2	0	0	-
11.2	OPEN	2/2	0	0	-
21.1	GROU	2/3	11	10	COMP
41.1	CLUS	2/2	21	2	-
42.1	COMP	2/3	11	3	-
51.1	CONC	2/2	21	1	CLUS
52.1	DISC	2/2	11	10	GROU
52.2	DISC	2/2	11	10	GROU
52.3	DISC	2/2	11	10	GROU

SPECIFY SORTING OPT. FOR RELEVES, "Rnn.n" (default=R11.1):
 R211

SPECIFY SORTING OPT. FOR ATTRIBUTES, "Snn.n" (default=S11.1):
 S523

SELECT OUTPUT FORMAT

OPT1: CODE (default)
 OPT2: n (1-DIGIT)
 OPT3: -n, ..., nn (2-DIGIT)
 OPT4: -nnn, ..., nnnn (4-DIGIT)
 OPT5: -n.n, ..., nn.n (4-DIGIT)
 OPT6: -.nn, ..., n.nn (4-DIGIT)
 OPT7: 10-DIGIT FLOATING NUMBER

SPECIFY OPT:

1

SPECIFY PAGE WIDTH (min.= 60, default = 80):

350

THE FOLLOWING SITE FACTORS ARE AVAILABLE:

1 Altitude

2 Age

3 Pente

4 C

5 N

6 P

7 K

8 SBE

9 Al

10 Terroirs

11 Relief

SITE FACTOR NO. TO BE USED (999 FOR ALL, 0 to exit):

999

READING SITE FACTOR NO. 5

READING SITE FACTOR NO. 10

STEP 1 OF 2

STEP 2 OF 2

-- PAGE NO. 1 -

*** Le tableau qui suit n'a pas pu être imprimé vu sa largeur (cf. le tableau général en encart !)

Liste indicative des espèces déterminées durant le travail

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	Année...	Et lieu de récolte si connu	
Voamantany	<i>Abus fruticosus</i> Wight & Arn.	Fabaceae	1834	? India	
Voamantany	<i>Abus precaricus</i> L.	Fabaceae	1767	Ranomafana, Marojejy	? 600-700
Vorocoko	<i>Acalypha reticulata</i> (Poir.) Mill. Arg.	Euphorbiaceae	1865	Perinet	820
Tavelo	<i>Acalypha</i> sp.	Euphorbiaceae			
Kalamandra	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae	1753	Carion	600-1000
Vatomosa	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae	1753	Carion	600-1000
Vendriana	<i>Acridius madagascariensis</i> Roll.	Cyperaceae	1863	Ambatolampy	?
Vendriamadriana	<i>Acridius madagascariensis</i> Roll.	Cyperaceae	1863	Ambatolampy	?
Bosaka	<i>Actinochaenus thousani</i> Kunth	Cyperaceae	1881	Tollara	0-10
Belaha	<i>Actinochaenus thousani</i> Kunth	Cyperaceae	1881	Tollara	0-10
Horona ragotika	<i>Actinochaenus thousani</i> Kunth	Cyperaceae	1881	Tollara	0-10
Vobotsotromby	<i>Actinochaenus thousani</i> Kunth	Cyperaceae	1881	Tollara	0-10
Longoa	<i>Aframomum angustifolium</i> (Sonn.) K. Schum.	Zingiberaceae	1914	Masoala	0-600
Hazontrampa	<i>Agauria polyphylla</i> Baker	Ericaceae	1893	Ambatovy	950
Hazontrampa (madriadrivana)	<i>Agauria salicifolia</i> (Comm. ex Lam.) Hook f. ex Oliv.	Ericaceae	1877	Masoala, Ranomafana	380, 1150
Argovindana	<i>Agauria salicifolia</i> (Comm. ex Lam.) Hook f. ex Oliv.	Ericaceae	1877	Masoala, Ranomafana	380, 1150
Vahimainty	<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Bail.	Coniaceae	1882	Perinet	1000
Vahimainty	<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Bail.	Coniaceae	1882	Perinet	1000
Bemimbo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	1753	Masoala, Ranomafana	0-600, 1260
Bemimbo/soavealy	<i>Ageratum</i> sp.	Asteraceae			
Botsidaly	<i>Albizia thousanii</i> Roem. & Schult.	Apocynaceae	1919	Zahamena	590
Albizia	<i>Albizia chinensis</i> (Osbeck) Merr.	Fabaceae	1916	Masoala, Ranomafana	0-700, 1170
Volomborona	<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel.) C.A. Sm.	Fabaceae	1930	Ranomafana	600-1150
Sambalahy	<i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel.) C.A. Sm.	Fabaceae	1930	Ranomafana	600-1150
Angamay	<i>Alectra sessiflora</i> (Vahl) Kuntze	Scrophulariaceae	1891	Perinet	930
Taelambito malama	<i>Allophylus arboreus</i>	Sapindaceae			
Karambita	<i>Allophylus arboreus</i>	Sapindaceae			
Taelambito voloina	<i>Allophylus bojerianus</i>	Sapindaceae			
Mampay	<i>Allophylus decaryi</i>	Sapindaceae			
Mampay	<i>Allophylus dissectus</i>	Sapindaceae			
Alafanala	<i>Allophylus dissectus</i>	Sapindaceae			
Taelambito	<i>Allophylus</i> sp.	Sapindaceae			
Karambita voloina	<i>Allophylus trichodesmus</i>	Sapindaceae			
Taelambito	<i>Allophylus trichodesmus</i>	Sapindaceae			
Karivonolaina	<i>Allophylus trichodesmus</i>	Sapindaceae			
Ampely	<i>Strobilus mauritanicus</i> (Jacq.) Blume	Moraceae	1856	Ambila-Lemaitso, Anjiro, Ranomafana	? , ? , 600
Ampena	<i>Strobilus</i> sp.	Moraceae			
Voanona	<i>Ampelesycois humboldti</i> (Cogn.) Jum. & H. Perrier	Cucurbitaceae	1915	Madagascar (Boeser)	?
Voanona	<i>Ampelesycois scandens</i> Thouars	Cucurbitaceae	1836	Foulepointe	?
Marexy	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	1917		
Lomeronano	<i>Anellima rugosum</i> H. Perr.	Commelinaceae	1936	?	?
Ananafaira	<i>Antherotoma naudinii</i> Hook. f.	Melastomataceae	1867	Tsimbazaza	1300
Lendery	<i>Anthocleista ampelocaulis</i> Baker	Loganiaceae	1896	Perinet	900
Lendery tsahy	<i>Anthocleista ampelocaulis</i> Baker	Loganiaceae	1896	Perinet	900
Mandavoa	<i>Anthostema madagascariensis</i> Bail.	Euphorbiaceae	1858	Masoala, Belarpona	? , 210-410
Vona	<i>Antidesma petiolata</i> Tul.	Euphorbiaceae	1851	Perinet	800-1000
Varona	<i>Antidesma petiolata</i> Tul.	Euphorbiaceae	1851	Perinet	800-1000
Hodivony	<i>Antidesma petiolata</i> var. <i>brachycephala</i> (Baker) Leandri	Euphorbiaceae	1937	Analamazana	200-1180
Fandramanana	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Fandramanana madriadrivana	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Dié	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Fandramanana	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Fandramanana	<i>Aphloia theiformis</i> var. <i>micrantha</i> Tul.	Flacourtiaceae	1868	Ranomafana	900-1000
Fandramanana	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Ravimbafotsy	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn. & R. Br.	Flacourtiaceae	1840	Perinet	1000
Hazonoporetika vevy	<i>Apodoccephala pauciflora</i> Baker	Asteraceae	1885	Mantady	1200
Ahiviripa	<i>Aristida caducarpa</i> Baker	Irivaceae	1863	Perinet	1000
Famafé	<i>Aristida hercoulensis</i> Trin. & Rupr.	Poaceae	1842	Boeser	?
Bosaka	<i>Aristida tenuissima</i> A. Camus	Poaceae	1933	Perrier Bathie, Mt Belamboany	?
Titra fotsy	<i>Artobrya madagascariensis</i> Miq.	Annoraceae	1865	Andohahelo (et Isalo, Kirindy)	200-600
Ampellé	<i>Artropteris monocarpa</i> (Cordem.) C. Chr.	Pteridophyta	1932	Maridala, Perinet	900-1000
Antromina	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	1789	Burundi	800
Mantarahandro	<i>Asparagus simulans</i> Baker	Liliaceae	1875	Perinet	1000
Tsatsangotrata	<i>Asparagus simulans</i> Baker	Liliaceae	1875	Perinet	1000
Teimety	<i>Asparagus simulans</i> Baker	Liliaceae	1875	Perinet	1000
	<i>Aspidostemon scintillans</i> (Kosterm.) Rohwer	Lauraceae	1987	?	?
Voambolona	<i>Asplula boyeri</i> DC.	Asteraceae	1836	?	?
Hefakoka	<i>Asplenium nidus</i> L.	Pteridophyta	1753	Ambila-Lemaitso, Andringitra	100-200, 916-1205
Longovelona	<i>Astrobichia</i> sp.	Melastomataceae			
Sitombambana	<i>Bakerella clavata</i> var. <i>beronii</i> (Baker) Balle	Loranthaceae	1964	Mont. d'Ambré (et Tollara.)	840
Sisonala	<i>Bambusa</i> sp.	Poaceae			
Vahizato	<i>Bambusa</i> sp.	Poaceae			
Antsalaha	<i>Baseonema acuminatum</i> Choux	Asclepiadaceae	1913	Perinet	800
Talipotra	<i>Balanites bouvelii</i> (H. Perrier) Capuron	Asteraceae	1986	Ranomafana	625
Raminera	<i>Balena pibosa</i> L.	Asteraceae	1753	Riv. Ampasimbe	800-1000
Mandiharive	<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC.	Oxalidaceae		Tsimbazaza	1300
Apangavolo	<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC.	Oxalidaceae		Tsimbazaza	1300
Fanalinandro	<i>Blechnum simillimum</i> 1 (Baker) Diels	Pteridophyta	1889	Marojejy, Andohahelo	200-550, 500-1000
Fanalinandro	<i>Blechnum simillimum</i> 2 (Baker) Diels	Pteridophyta	1889	Marojejy, Andohahelo	200-550, 500-1000
Varony mavo	<i>Blechnum microboides</i> (Baker) C. Chr.	Pteridophyta	1905	Maridala	1000-1200
	<i>Blechniodes cryptocaryoides</i>	?			
	<i>Blechniodes velutina</i>	?			
Taimataparanaro	<i>Bothriochloa badii</i> sbp glabra	Poaceae	?	? Badii in Zambia	
Merampampelona	<i>Brachylaena merana</i> (Baker) Humbert	Asteraceae	1923	Marojejy, Ambatovy	590, 950
Hazokolana	<i>Brachylaena merana</i> (Baker) Humbert	Asteraceae	1923	Marojejy, Ambatovy	590, 950
Merana	<i>Brachylaena perrieri</i> (Drake) Humbert	Asteraceae	1923	? Mahajanga; Misonjo	120
Hazokolana	<i>Brachylaena perrieri</i> (Drake) Humbert	Asteraceae	1923	? Mahajanga; Misonjo	120
Hazokolana	<i>Brachylaena ramiflora</i> (DC.) Humbert	Asteraceae	1923	Maridala, Perinet	900
Hazonbato	<i>Broselia acutifolia</i> H. Perrier	Celastraceae	1933	Mont. d'Ambré	900
Talipotra	<i>Broselia acutifolia</i> H. Perrier	Celastraceae	1933	Mont. d'Ambré	900
Hazonfo	<i>Bridelia Marseena</i> Bail.	Euphorbiaceae	1861	Ranomafana	650-1100
Velatra	<i>Brilliantasia madagascariensis</i> T. Anderson ex Lindsay	Asclepiadaceae	1893	Andapa	400-600
Tsipelaka	<i>Bulbophyllum</i> sp.	Orchidaceae			
Vobotsotromby	<i>Bursera</i> sp.	Cyperaceae	1922	Tsimbazaza	1300
Fanombo	<i>Bursera</i> sp.	Menispermaceae	1818	Perinet	900
Vahisidiladambo	<i>Bythneria heterophylla</i> Hook.	Sterculiaceae	1830	Mont. d'Ambré, Toamasina; Ambarizana	580-710, 0-10
Vahimalama	<i>Bythneria heterophylla</i> Hook.	Sterculiaceae	1830	Mont. d'Ambré, Toamasina; Ambarizana	580-710, 0-10
Vahimalama	<i>Bythneria melleri</i> Baker	Sterculiaceae	1886	Antanaribe-Sud	809-1364
Vahimalama	<i>Bythneria melleri</i> Baker	Sterculiaceae	1886	Antanaribe-Sud	809-1364
Vahimalama	<i>Bythneria perrieri</i> Hochr.	Sterculiaceae	1926	? Bord baie Diego	
	<i>Bythneria</i> sp.	Sterculiaceae			
	<i>Bythneria vauilly</i> Bail.	Sterculiaceae	1885	? Tollara	
Retarela	<i>Cabucala cryptophlebia</i> (Baker) Pichon	Apocynaceae	1948	Ranomafana	900-1100
Hazonahy beravina	<i>Cabucala madagascariensis</i> (A. DC.) Pichon	Apocynaceae	1948	Belarpona, Manongarivo	275-650, 1000-1480
Talipotra	<i>Cabucala madagascariensis</i> (A. DC.) Pichon	Apocynaceae	1948	Belarpona, Manongarivo	275-650, 1000-1480
Hazona hozo	<i>Cabucala oblongo-ovata</i> Marq.	Apocynaceae	1974	Belarpona	
Andriambavilohy	<i>Cabucala</i> sp.	Apocynaceae			
Tatanoala beravina	<i>Calanthe syntica</i> (Thouars) Lindl.	Orchidaceae	1833	? Lokobe	0-80
Kalanfy	<i>Calanthe</i> sp.	Orchidaceae			
Vahivonkorana	<i>Calopyxis oxygoria</i>	Cambricaceae	1856	Env. de Tanatave	
Vahizato	<i>Calopyxis</i> sp.	Cambricaceae			
Ramy	<i>Canarium bolivitii</i> Engl.	Burseraceae	1883	Fianarantsoa; Ambohitrafa, sinon Tollara	
Ramy fotsy	<i>Canarium madagascariensis</i> Engl.	Burseraceae	1883	Perinet	980
Ramy beravina	<i>Canarium</i> sp.	Burseraceae			
Bekaraloka	<i>Cenephora</i> sp.	Rubiaceae			
Ngingisa	<i>Cenna indica</i> L.	Cannaceae	1753	Andohahelo	
Pitsakaitra	<i>Centidium minus</i>	Rubiaceae			
Pitsakaitra	<i>Centidium medium</i>	Rubiaceae			
Pitsakaitra	<i>Centidium sp1</i>	Rubiaceae			
Pitsakaitra	<i>Centidium sp2</i>	Rubiaceae			
	<i>Centidium sp3</i>	Rubiaceae			
	<i>Centidium sp4</i>	Rubiaceae			
	<i>Centidium sp5</i>	Rubiaceae			
	<i>Centidium sp6</i>	Rubiaceae			
	<i>Centidium sp</i>	Rubiaceae			
Pitsakaitra madriadrivana	<i>Centidium</i> sp.	Rubiaceae			
Pitsakaitratoka	<i>Centidium</i> sp.	Rubiaceae			
Sakaravato	<i>Centidium</i> sp.	Rubiaceae			
Kiy	<i>Caralla brachiata</i> (Lour.) Merr.	Rhizophoraceae	1919	Ambila-Lemaitso, Fianarantsoa	0-50, 600
Kijimboalavo	<i>Caralla brachiata</i> (Lour.) Merr.	Rhizophoraceae	1919	Ambila-Lemaitso, Fianarantsoa	0-50, 600
Vendriamadriana	<i>Carex elatior</i> Boeck.	Cyperaceae	1860	? Vera Tana	
Vendriamadriana	<i>Carex pyramidalis</i> Kük.	Cyperaceae	1904	Andrangoloika im Uwehlschatten	
Vendriamadriana	<i>Carex reraichiana</i> Boeck.	Cyperaceae	1884	Andringitra	975
Dridisa	<i>Carex</i> sp.	Cyperaceae			
Vendriamadriana	<i>Carex</i> sp.	Cyperaceae			

Vendranaroka	<i>Cerox</i> sp2	Cyperaceae			
Teleranterana	<i>Cerox</i> sp3	Cyperaceae			
Liangitia	<i>Cassaria elliptica</i> Tul.	Flacourtiaceae	1868	Ambila-Lemaito	50
Tanahindriana	<i>Cassaria nigrescens</i> Tul.	Flacourtiaceae	1869	Marojejy, Ambatovy	750-1672, 1100
Hazonboangy	<i>Cassaria nigrescens</i> var. <i>lucida</i> (Tul.) Sleumer	Flacourtiaceae	1971	Masoala, Andohahela, Andringitra	500-1500
Kafevato	<i>Cassia laevigata</i> Willd.	Fabaceae	1809	Andohahela, Rv. Ampasimbe	30-50, 800-1000
Ranonirina	<i>Cassia laevigata</i> Willd.	Fabaceae	1809	Andohahela, Rv. Ampasimbe	30-50, 800-1000
Mandibarika lity	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Fabaceae	1753	? Maslwi, Tanzania	
Hazonporetsialy	<i>Cenchrus repens</i> (Baker) Drake	Asparagaceae	1886	Andringitra, Mont. d'Ambre	720, 1000
Talapatrika	<i>Cenisea esicata</i> (L.) Urb. in Mart	Apiaceae	1879	Burundi, Zambia	
Taingobolobakely	<i>Centotheca mucronata</i> (Poir.) Kuntze	Poaceae	1891	?	
Ahidambo	<i>Centotheca mucronata</i> (Poir.) Kuntze	Poaceae	1891	?	
Ahipsakala	<i>Cerbera venenifera</i> (Poir.) Staud.	Apocynaceae	1840	Perinet, Marojejy	? 692-759
Tangina	<i>Cassipoupa</i> sp.	Fabaceae			
Vatobala	<i>Crassia termitifolia</i> (Baker) Bremek.	Rubiaceae	1982	Ranomafana, Ambatovy	1000, 1100
Voamilaona	<i>Crassia termitifolia</i> (Baker) Bremek.	Rubiaceae	1982	Ranomafana, Ambatovy	1000, 1100
Mangvoa	<i>Chouisa sorindeoides</i> Capuron	Sapindaceae	1969	Masoala	0-600
Hazoniloy	<i>Chrysothymum boivinianum</i> (Pierre) Baehni	Scrophulariaceae	1965	Perinet, Mantadia	800-1110
Famelona	<i>Cissampelos madagascariensis</i> (Baker) Diels	Menispermaceae	1931	Ranomafana	1100
Vahinivolavola	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Menispermaceae	1753	Andohahela	100
Vahinivolavola	<i>Cissus</i> sp.	Vitaceae			
Manghacoahy	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rubiaceae	1753	Toam: Ambenzana, Andringitra	110-260, 960
Voangata	<i>Citrus X sinensis</i> (L.) Oakeck	Rubiaceae	1765	?	
Voasary	<i>Citrus X imon</i> (L.) Oakeck	Rubiaceae	1765	?	
Voasariakirane	<i>Cladium flexuosum</i> (Boeck.) C.B. Clarke	Cyperaceae	1896	?	
Talaspoko	<i>Cladium flexuosum</i> (Boeck.) C.B. Clarke	Cyperaceae	1896	?	
Ahiviripa	<i>Clematis mauritiana</i> Lam.	Ranunculaceae	1786	Perinet	980
Vahinikolokana	<i>Clerodendrum aenariatum</i> Baker	Verbenaceae	1882	Mantadia	960
Antambalaky	<i>Clerodendrum hircinum</i> f. <i>dentatum</i> Moldenke	Verbenaceae	1951	"Madagascar"	
Vangiamboa	<i>Clerodendrum petunioides</i> Baker	Verbenaceae	1883	Ranomafana	980
Halatra	<i>Clerodendrum pulchrum</i> Schau., in A. DC.	Verbenaceae	1847	?	
Vangiambo	<i>Clerodendrum pulchrum</i> Schau., in A. DC.	Verbenaceae	1847	?	
Hazonifolo	<i>Cleistania hirta</i> (L.) D. Don	Malvaceae	1823	Brickaville, Mandriko	100, 1200
Mazambody	<i>Cleistania hirta</i> (L.) D. Don	Malvaceae	1823	Brickaville, Mandriko	100, 1200
Somptra	<i>Clinogyne comoriensis</i> (Bogn. ex Gris) H. Perr.	Maranthaceae	1946	?	
Sintonbambana	<i>Clinogyne comoriensis</i> (Bogn. ex Gris) H. Perr.	Maranthaceae	1946	?	
Stonala	<i>Clinogyne comoriensis</i> (Bogn. ex Gris) H. Perr.	Maranthaceae	1946	?	
Vahinilombia	<i>Clitoria lascha</i> Bojer ex Benth.	Fabaceae	1857	Brickaville, Marojejy	100, 300-760
Sefanavehy melama	<i>Cordia alliodora</i> Lam.	Compositaceae	1769	Marojejy	225
Sefanavehy volana	<i>Cordia polyphylla</i> Lam.	Compositaceae	1789	Andasibe	1000
Kafeala	<i>Coffea corsiana</i> J.F. Leroy	Rubiaceae	1961	Vers Antiro, Tolara	1200, 0-10m
Kafeala	<i>Coffea madagascariensis</i> Drake ex Dubard	Rubiaceae	1907	?	
Kafevato	<i>Coffea sp1</i>	Rubiaceae			
Kafe	<i>Coffea canephora</i> var. <i>robusta</i> (Linden) A. Chev.	Rubiaceae	1947		
Akandrohazo	<i>Colea</i> sp.	Bignoniaceae			
Mandrikokana	<i>Colea</i> sp.	Bignoniaceae			
Kalaray	<i>Coleotype goudoti</i> C.B. Clarke	Commelinaceae	1881	Andringitra	720
Lomanorano	<i>Coleotype goudoti</i> C.B. Clarke	Commelinaceae	1881	Andringitra	720
	<i>Coleotype sp1</i>	Commelinaceae			
	<i>Coleotype sp2</i>	Commelinaceae			
Sonabe	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott in Schott & Endl.	Araceae	1832	Midony	900
Lomanorano	<i>Commelina madagascariensis</i> C.B. Clarke	Commelinaceae	1881	Rv. Ampasimbe	800-1000
Hantahazo	<i>Crassidactylum verticillatum</i> var. <i>petiolare</i> A. DC.	Apocynaceae	1944	Andohahela	500-800
Anandrambo	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	Asteraceae	1912	Tolara	
Anandrambo	<i>Crassocephalum luteum</i> (Humbert) Humbert	Asteraceae	1963	Mont. d'Ambre	
Anandrambo	<i>Crassocephalum serrobasis</i> (DC.) S. Moore	Asteraceae	1912	Nosy Manga Be, Teimbazaza	0-330, 1300
Anandronono	<i>Crassocephalum serrobasis</i> (DC.) S. Moore	Asteraceae	1912	Nosy Manga Be, Teimbazaza	0-330, 1300
Anameribakala	<i>Crepis japonica</i> (L.) Benth.	Asteraceae	1861	Brickaville	100
Taingirigira	<i>Crinum firmifolium</i> Baker	Arnyaliaceae	1883	Marojejy	380
Molanga	<i>Crotalaria pedata</i> var. <i>pedata</i>	Fabaceae	1968	Teimbazaza	1300
Foliamadila	<i>Crotone mongue</i> Baill.	Euphorbiaceae		Toam: Hiaraka, Ranomafana	400, 600-800
Molanga lity	<i>Crotone nididulus</i> Baker	Euphorbiaceae	1883	Perinet	1000
Tanetavala	<i>Crotone nididulus</i> Baker	Euphorbiaceae	1883	Perinet	1000
Tavolo madiravina	<i>Cryptocarya sp1</i>	Lauraceae			
Tavolo malama	<i>Cryptocarya sp2</i>	Lauraceae			
Tavolo	<i>Cryptocarya sp3</i>	Lauraceae			
Tavolofohy	<i>Cryptocarya sp4</i>	Lauraceae			
Tavolo	<i>Cryptocarya thouvenoti</i> (Danguy) Kosterm.	Lauraceae	1939	?	
Tavolo manitra	<i>Cryptocarya thouvenoti</i> (Danguy) Kosterm.	Lauraceae	1939	?	
Titra	<i>Ctenitis crinita</i> var. <i>hispidula</i> (Kuhn) Tardieu	Pteridophyta	1958	? C. crinita (Poir.) Tardieu a Andohahela	250-500
Titra	<i>Ctenitis pseudoperrieriana</i> Tardieu	Pteridophyta	1956	Perinet	
Titra	<i>Ctenitis poellii</i> (C. Chr.) Tardieu	Pteridophyta	1958	?	
Titranirina	<i>Ctenitis poellii</i> (C. Chr.) Tardieu	Pteridophyta	1958	?	
Voatsilana	<i>Cuphocarpus aculeatus</i> Decne. & Planch.	Araliaceae	1866	Ambila-Lemaito, Marojejy	50, 700-900
Voatsilandy	<i>Cuphocarpus briquetianus</i> Bernardi	Araliaceae	1966	Ranomafana	900-1100
Marozavavy	<i>Cuphocarpus sp1</i>	Araliaceae			
Voatsilandy	<i>Cuphocarpus sp2</i>	Araliaceae			
Fanjanahy	<i>Cyathea bellaquamata</i> Bonap.	Pteridophyta	1925	?	
Fanjana	<i>Cyathea bohinii</i> Mett.	Pteridophyta	1858	Andohahela	500-1000
Fanjana lity	<i>Cyathea decrescens</i> var. <i>hiraultifolia</i> C. Chr.	Pteridophyta	1932	Madagascar	
Fanjanaavy mevorakina	<i>Cyathea similis</i> C. Chr.	Pteridophyta	1935	Toam: Ambenzana, Ranomafana	300-700, 750-1270
Fanjana silikely	<i>Cyathea sp1</i>	Pteridophyta			
	<i>Cyathea sp2</i>	Pteridophyta			
	<i>Cyathea sp3</i>	Pteridophyta			
Taipangangangamatorna	<i>Cycloporus dentatus</i> (Forsk.) Ching	Pteridophyta	1938	Sierra Leone	
Fanjanafohona	<i>Cycloporus distans</i> (Hook.) Tardieu	Pteridophyta	1958	Marojejy, Mont. d'Ambre	100-380, 1475
Fanjanafohona	<i>Cycloporus distans</i> (Hook.) Tardieu	Pteridophyta	1958	Marojejy, Mont. d'Ambre	100-380, 1475
Titra	<i>Cycloporus distans</i> (Hook.) Tardieu	Pteridophyta	1958	Marojejy, Mont. d'Ambre	100-380, 1475
Titra fotsy	<i>Cycloporus gongyloides</i> (Schikhr) Link	Pteridophyta	1833	?	
Rangodity	<i>Cycloporus gongyloides</i> (Schikhr) Link	Pteridophyta	1833	?	
Apangantohitra	<i>Cycloporus gongyloides</i> (Schikhr) Link	Pteridophyta	1833	?	
Titranirina	<i>Cycloporus sp</i>	Pteridophyta			
Vahinikany	<i>Cynanchum analamazoatrense</i> Choux	Asclepiadaceae	1928	Perinet	600
Tsikonoroakondro	<i>Cynosorchis</i> sp.	Orchidaceae			
Beloha	<i>Cyperus profler</i> Lam.	Cyperaceae	1776	Andohahela, Zaharena	200, 270
Beloha	<i>Cyperus confusus</i> Cherm.	Cyperaceae	1919	Ranomafana	950
Beloha	<i>Cyperus longifolius</i> Poir.	Cyperaceae	1836	?	
Beloha	<i>Cyperus longifolius</i> Poir.	Cyperaceae	1836	?	
Anambalaza	<i>Cyperus madagascariensis</i> (Willd.) Roem. & Schult.	Cyperaceae	1817	Rv. Ampasimbe	800-1000
Rangazaha ala	<i>Cyperus rufostriatus</i> C.B. Clarke ex Cherm.	Cyperaceae	1919	Toam: Hiaraka, Marojejy	600, 700-900
	<i>Cyperus sp1</i>	Cyperaceae			
	<i>Cyperus sp2</i>	Cyperaceae			
	<i>Cyperus sp3</i>	Cyperaceae			
Vandamalonona	<i>Delbergia baronii</i> Baker	Fabaceae	1884	Toam: Ambatovy, Ranomafana	
Beloha	<i>Delbergia sp</i>	Fabaceae			
Voamboana	<i>Dania decaryi</i> Homolle	Rubiaceae	1936	? Fort-Dauphin, domaine oriental	950, 750-1150
Vahivavavy	<i>Dania fragrans</i> (Comm. ex Lam.) Pera.	Rubiaceae	1805	Perinet	
Boasaka	<i>Dania fragrans</i> (Comm. ex Lam.) Pera.	Rubiaceae	1805	Perinet	1000
Vahimencana	<i>Dania hirsuta</i>	Rubiaceae		? Pas de hirsuta	
Boasaka onby	<i>Dania hispida</i> Baker	Rubiaceae	1883	? Central Madagascar	
Boasaka	<i>Dania hispida</i> Baker	Rubiaceae	1883	? Central Madagascar	
Vahimavo	<i>Dania hispida2</i> Baker	Rubiaceae	1883	? Central Madagascar	
Vahivavavy	<i>Dania hispida3</i> Baker	Rubiaceae	1883	? Central Madagascar	
Boasaka	<i>Dania ligustifolia</i> Baker	Rubiaceae	1882	Perinet	1000
Vahava	<i>Dania ligustifolia</i> Baker	Rubiaceae	1882	Perinet	
	<i>Dania rhamnifolia</i> Baker	Rubiaceae	1882	Mantadia	1110
	<i>Dania sp</i>	Rubiaceae			
	<i>Dania sp1</i>	Rubiaceae			
	<i>Dania sp2</i>	Rubiaceae			
	<i>Dania sp3</i>	Rubiaceae			
	<i>Dania sp4</i>	Rubiaceae			
Vazahazo	<i>Decarydendron perrieri</i> Cavaco	Monimiaceae	1958	Perinet	1000
Ambora	<i>Decarydendron sp</i>	Monimiaceae			
Ambora vevy	<i>Deidamia bicolor</i> H. Perrier	Passifloraceae	1940	Mantadia-Perinet	900-1000
Vahinivolokana	<i>Deidamia bicolor</i> H. Perrier	Passifloraceae	1940	Mantadia-Perinet	900-1000
Vahinavatsotra	<i>Deidamia commersoniana</i> DC.	Passifloraceae	1829	Andohahela, Perinet	200-380, 900
Vahinivolokana	<i>Deidamia seligera</i> T.J.	Passifloraceae	1867	?	
Peletsifotra	<i>Desmodium adacendens</i> (Sw.) DC	Fabaceae	1825	Ranomafana, Mont. d'Ambre	800-1000, 990-1100
Tsipirilitra	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. in Miq.	Fabaceae	1862	Zambia (bco de var.)	
Peletsifotra	<i>Desmodium hirtum</i> Guill. & Perr.	Fabaceae		Teimbazaza	1300
Peletsifotra	<i>Desmodium hirtum</i> Guill. & Perr.	Fabaceae		Teimbazaza	1300
Peletsifotra	<i>Desmodium hirtum</i> Guill. & Perr.	Fabaceae		Teimbazaza	1300
Peletsifotra	<i>Desmodium hirtum</i> DC.	Fabaceae	1825	Andohahela, Rv. Ampasimbe, Teimbazaza	120, 800-1000, 1300
Peletsifotra	<i>Desmodium ramosissimum</i> G. Don	Fabaceae	1832	Brickaville, Ranomafana	100, 1050-1150
Peletsifotra	<i>Desmodium ramosissimum</i> G. Don	Fabaceae	1832	Brickaville, Ranomafana	100, 1050-1150

Tadinindambo	Desmodium tortuosum (Sw.) DC.	Fabaceae	1825 ? Mahajanga, Ampijoroa	200
Ahidambo	Desmodium velutinum (Willd.) DC.	Fabaceae	1825 ? Mahajanga, Ampijoroa	300
Ranizoro	Dianella ensifolia (L.) DC. in Redouté	Liliaceae	1802 Mantadia, Perinet	975, 1000
Voamersononby	Dianella ensifolia (L.) DC. in Redouté	Liliaceae	1802 Mantadia, Perinet	975, 1000
Rangaza	Dianella ensifolia (L.) DC. in Redouté	Liliaceae	1802 Mantadia, Perinet	975, 1000
Taitrotroka lahy	Dichastanthera arborea Baker	Melastomataceae	1883 Ranomafana, Andringitra	? 720
Taitrotroka lahy	Dichastanthera articulata Endl.	Melastomataceae	1840 Ambila-Lemaitso, Marojejy	0-20, 700-900
Taitrotroka vavy	Dichastanthera ciliata Jum. & H. Perrier	Melastomataceae	1913 Toam.: Sahavavy	300
Taitrotroka	Dichastanthera cordifolia Baker	Melastomataceae	1883 Perinet	1000
Taitrotroka	Dichastanthera lanifolia H. Perrier	Melastomataceae	1945 ? For. orientale	350
Taitrotroka vavy	Dichastanthera oblongifolia Baker	Melastomataceae	1883 Mantadia	930-1040
Taitrotroka beravina	Dichastanthera squamata H. Perrier	Melastomataceae	1945 ? For. orientale	100
Taitrotroka lahy	Dichastanthera trichopoda Jum. & H. Perrier	Melastomataceae	1911 ? 1x vers Mampikony	
Vahimazana	Dichapetalum chlorinum (Ti.) Engl.	Dichapetalaceae	1896 Perinet	1000
Vahindavenina	Dichapetalum laucasia (Sprng.) Engl.	Dichapetalaceae	1896 Mantadia-Perinet	900
Vahindratsiho	Dichapetalum laucasia (Sprng.) Engl.	Dichapetalaceae	1896 Mantadia-Perinet	900
Vahindavenina	Dichapetalum madagascariense Poir.	Dichapetalaceae	1812 Toam.: Analava, Mont. d'Ambre	0-50, 250-500
Vahindavenina	Dichapetalum madagascariense Poir.	Dichapetalaceae	1812 Toam.: Analava, Mont. d'Ambre	0-50, 250-500
Voamifanina	Dichapetalum madagascariense Poir.	Dichapetalaceae	1812 Toam.: Analava, Mont. d'Ambre	0-50, 250-500
Vahindavenina	Dichapetalum sp1	Dichapetalaceae		
Vahindavenina	Dichapetalum sp1	Dichapetalaceae		
Voamifanina	Dichapetalum sp1	Dichapetalaceae		
Vahimazana	Dichapetalum sp2	Dichapetalaceae		
Sevalahy	Dichrostachys sp	Fabaceae		
Rangitobatra	Dicranoparia linearis (Burm. f.) Underw.	Peridophyta	1907 Carion	800-1000
Rangitra madinika	Dicranoparia linearis (Burm. f.) Underw.	Peridophyta	1907 Carion	800-1000
Vivona	Dielsia Thouani Robm. & Schult.	Protocaeceae	1818 Befonra, Perinet	400, 1000
Ovala	Dioscorea alata L.	Dioscoreaceae	1753 Fianar.: Ankolobe	760
Ovala	Dioscorea arcuatinervis Hochr.	Dioscoreaceae	1908 ? vers Vatomaniry	
Marika	Dioscorea arcuatinervis Hochr.	Dioscoreaceae	1908 ? vers Vatomaniry	
Outbe	Dioscorea arcuatinervis Hochr.	Dioscoreaceae	1908 ? vers Vatomaniry	
Hafoza	Dioscorea bulbifera L.	Dioscoreaceae	1753 Mandraka	1200
Orifosy	Dioscorea sp	Dioscoreaceae		
Mainipototra	Diospyros baroniana H. Perrier	Ebenaceae	1952 ? EvA Sambirano	
Hazomafana	Diospyros gracilipes Hiern	Ebenaceae	1873 Zaharana, Perinet	
Tadinimbolo	Diospyros sp1	Ebenaceae		
Mainipototra	Diospyros sp2	Ebenaceae		
Tadinondrotra	Diospyros sp3	Ebenaceae		
Hazomafana	Diospyros sp3	Ebenaceae		
Mainipototra	Diospyros sphaerocephala Baker	Ebenaceae	1886 Toamasina, Antiozobe	8, 1270
Mana Lady	Ditadum sp	Peridophyta		
Hafozabady	Dombeya aculeata Guill.	Sterculiaceae	1833 ?	
Mana lady	Dombeya antananarisensis Baill.	Sterculiaceae	1896 ?	
Lady	Dombeya befotankensis Arènes	Sterculiaceae	1958 ? vers Farafangana	
Manamena	Dombeya befotankensis Arènes	Sterculiaceae	1958 ? vers Farafangana	
Hafozabady	Dombeya bumbellata Baker	Sterculiaceae	1886 ? Madagascar	
Manafidy	Dombeya erythroclada Bojer	Sterculiaceae	1841 ? Madagascar	
Manafiza	Dombeya erythroclada Bojer	Sterculiaceae	1841 ? Madagascar	
Mana	Dombeya glandulosissima Arènes	Sterculiaceae	1958 ? Bassin de l'Andronanga	600
Hafozabady lahy	Dombeya longicaupia Baill.	Sterculiaceae	1886 ? N.-Betsileo, Dombeya longicaupia var. bosseri L.C. Barnett & Dorr dans l'Isalo	
Mana	Dombeya lucida Baill.	Sterculiaceae	1895 Toam.: Ambatovy, Ranomafana	950, 950-1150
Hafozabady	Dombeya mollis Hook.	Sterculiaceae	1861 Marojejy	100-200
Hafozabady	Dombeya pentagonata Arènes	Sterculiaceae	1958 ? Antberia	1300
Hafozabady	Dombeya sp	Sterculiaceae		
Hazondrony	Dombeya spectabilis Bojer	Sterculiaceae	1842 in sylvia vestis Befonra dictis provinciae Be-tani-menae	
Mampay	Dorstenia perrieri Leandri	Euphorbiaceae	1940 Mantadia (changé en Tannodia)	900
Haina	Dorstenia stipulatum Capuron	Sapindaceae	1969 Toam.: Ambarizana, Andohahela	110-260
Haina beravina	Dracaena reflexa Lam.	Liliaceae	1786 Amilia-Lemaitso, Ambatovy	0-10, 950-1000
Haimelobato	Dracaena reflexa var. parvifolia Thwaites	Liliaceae	1877 Marojejy	230-550
Haina	Dracaena reflexa var. breviloba H. Perrier	Liliaceae	1938 ? Tantalana	
Haimpilo	Dracaena reflexa var. angustifolia Baker	Liliaceae	1875 Ambila-Lemaitso, Marojejy	0-50, 850-1000
Haimpilo	Dracaena reflexa var. linearifolia Baker	Liliaceae	1877 Mandraka, Ambatovy	1030-1200, 1100
Haimpilo	Dracaena reflexa var. linearifolia Baker	Liliaceae	1877 Mandraka, Ambatovy	1030-1200, 1100
Haimpilo	Dracaena reflexa var. linearifolia Baker	Liliaceae	1877 Mandraka, Ambatovy	1030-1200, 1100
Trita	Dracaena reflexa var. linearifolia Baker	Liliaceae	1877 Mandraka, Ambatovy	1030-1200, 1100
Tritafosy	Dryopteris perrierana C. Chr.	Peridophyta	1825 ?	
Hazombato	Drypetes madagascariensis (Lam.) Humbert & Leandri	Euphorbiaceae	1932 Zaharana, Mantadia	700, 930-960
Marohivy	Drypetes madagascariensis var. perrieri Humbert & Leandri	Euphorbiaceae	1932 ? Tokara	0-25
Hazombantakay	Drypetes madagascariensis var. perrieri Humbert & Leandri	Euphorbiaceae	1932 ? Tokara	0-25
Rangomafina	Drypetes madagascariensis var. perrieri Humbert & Leandri	Euphorbiaceae	1932 ? Tokara	0-25
Bedoda madinikavina	Drypetes oviformis Baker	Arecaceae	1886 Mantadia, Perinet, Mandraka	955, 1000, 1200
Bedoda	Drypetes confusa Beentje	Arecaceae	1995 Marozana, Toam.: Ambarizana, Masoala	235, 0-300, 0-600
Bedoda	Drypetes hildebrandii (Baill.) Becc.	Arecaceae	1912 Perinet	1000
Sira	Drypetes hildebrandii (Baill.) Becc.	Arecaceae	1912 Perinet	1000
Bedoda	Drypetes longipes Jum.	Arecaceae	1918 ? Forêt orientale des environs de Rantabé, dans la baie d'Antongil, vers 300 mètres	
Tsirika	Drypetes longipes Jum.	Arecaceae	1918 ? Forêt orientale des environs de Rantabé, dans la baie d'Antongil, vers 300 mètres	
Oxidaranana	Drypetes leucocera (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Arecaceae	1985 Toamasina	0-5
Bedoka, Tsirika	Drypis sp	Arecaceae		
Sananolona	Elaeocarpus suberratus Baker	Elaeocarpaceae	1883 Perinet-Mantadia	800-900
Ramitamina	Elaeoglossum conforme (Sw.) Schott	Peridophyta	1834 Mandraka	1200
Voambolona	Elaeoglossum hybridum (Bory) Brack.	Peridophyta	1854 Andohahela	500-1000
Voambolona	Elaeoglossum sp	Peridophyta		
Angaloha	Elephantopus mollis Kunth	Asteraceae	1818 Tsimbazaza	1300
Vohatsoboka	Elephantopus mollis Kunth	Asteraceae	1818 Tsimbazaza	1300
Takasimbahy be ravina tsy voloina	Embellia arborea	Myrsinaceae	1944 ?	
Vahimborsay	Embellia barbeyana Mez	Myrsinaceae	1902 Mandraka	1200
Takasindronanga	Embellia madagascariensis A. DC.	Myrsinaceae	1941 Andringitra, Ranomafana	720, 1000
Takasina be ravina	Embellia madagascariensis A. DC.	Myrsinaceae	1841 Andringitra, Ranomafana	720, 1000
Takasimbahy madinikavina tsy voloina	Embellia madagascariensis var. nummularifolia (Baker) H. Perrier	Myrsinaceae	1953 ?	
Takasina	Embellia obovata Mez	Myrsinaceae	1902 Manongarivo	1780
Takasimbahy madinikavina	Embellia obovata Mez	Myrsinaceae	1902 Manongarivo	1780
Takasina sahasalany	Embellia sp1	Myrsinaceae		
Taimoisino	Embellia sp2	Myrsinaceae		
Taimoisino	Emilia citrina DC.	Asteraceae	1837 Marojejy, Tsimbazaza	500-700, 1300
Taimoisino	Emilia citrina DC.	Asteraceae	1837 Marojejy, Tsimbazaza	500-700, 1300
Taimoisino	Emilia humifusa DC.	Asteraceae	1837 Marojejy, Perinet	700, 1000
Taimoisino vavy	Emilia humifusa DC.	Asteraceae	1837 Marojejy, Perinet	700, 1000
Taisorona	Emilia humifusa DC.	Asteraceae	1837 Marojejy, Perinet	700, 1000
Taimoisino antavantra	Emilia sonchifolia (L.) DC.	Asteraceae	1834 ? Ghana	
Taimoisino (fleurs rouges)	Emilia sp	Asteraceae		
Estropsernum cinetum	Estropsernum cinetum	Rubiaceae		
Ephippandra capuronii Cavaco	Ephippandra capuronii Cavaco	Monimiaceae	1957 ? Centre, forêt orientale limite sup.: Bearjida (N presqu'île de Masoala) vers 1100 m.	
Ephippandra madagascariensis (Danguy) Lorence	Ephippandra madagascariensis (Danguy) Lorence	Monimiaceae	1986 Mont. d'Ambre, Ranomafana	935-1475, 950-1250
Ephippandra microphylla (Perkins) Cavaco	Ephippandra microphylla (Perkins) Cavaco	Monimiaceae	1957 ?	
Eragrostis masina Baker	Eragrostis masina Baker	Poaceae	1885 ?	
Tafibazibay	Erigeron nudiflorus (Bonpl.) Humbert	Asteraceae	1980 Carion, Tsimbazaza	800-1000, 1300
Ahibahiny	Erigeron nudiflorus (Bonpl.) Humbert	Asteraceae	1980 Carion, Tsimbazaza	800-1000, 1300
Pibasy	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	1821 Am. Sud	
Pelatafotra	Eriosema parviflorum E. Mey.	Fabaceae	1836 Rv. Ampasimbe	800-1000
Artaomironana	Eriosema parviflorum E. Mey.	Fabaceae	1836 Rv. Ampasimbe	800-1000
Pelatafotra	Eriosema procumbens Benth. ex Baker	Fabaceae	1883 Ant.: Soamanenany	1300-1400
Manahy	Erythroxylum corymbosum Bohin ex Baill.	Erythroxylaceae	1886 Marojejy, Ranomafana	700-1300, 950-1150
Manahy beravina	Erythroxylum corymbosum Bohin ex Baill.	Erythroxylaceae	1886 Marojejy, Ranomafana	700-1300, 950-1150
Manahy	Erythroxylum nidulum Baker	Erythroxylaceae	1883 Ambila-Lemaitso, Toamasina	5, 980
Manahy	Erythroxylum ratsum Baill. ex O.E. Schulz	Erythroxylaceae	1907 Tokara, Antananarivo	5-180, 1100-1400
Kellonandra	Ethulia conyzoides L.	Asteraceae	1763 Antbatovy	975
Rimantiry	Ethulia conyzoides L.	Asteraceae	1763 Antbatovy	975
Kirinina	Euclea robusta Sm.	Myrtaceae	1797 Brickville	0-100
Samborano	Eugenia jambos L.	Myrtaceae	1753 Ranomafana	1000-1100
Rokzapandolo beravina	Eugenia cf. anthropoda Drake	Myrtaceae	1886 ?	
Rokafotsy	Eugenia cf. blohensis H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? EST: Doanihela, bassin de la Lokoho et de l'Andronangana; Anelamsazotra	
Rotra	Eugenia cf. lugubris H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? EST/CENTRE: Forêt d'Anelamsazotra, vers 1000 m. d'altitude	
Rotra lavanina	Eugenia cf. lugubris H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? EST/CENTRE: Forêt d'Anelamsazotra, vers 1000 m. d'altitude	
Rotra madinika ravina	Eugenia cf. lugubris H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? EST/CENTRE: Forêt d'Anelamsazotra, vers 1000 m. d'altitude	
Rohavy	Eugenia eriminea Baker	Myrtaceae	1883 Ambila-Lemaitso, Toamasina, Ranomafana	0-50, 110-990, 1160
Hazompasika	Eugenia hazompasika H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? CENTRE/EST: Forêt d'Anelamsazotra, sur des quartzites	
Rotra	Eugenia orienensis H. Perrier	Myrtaceae	1952 ? EST: Forêt orientale, vers 500 m. d'altitude, sous-bois, environs du confluent de l'Onive et du Mangro	
Rotra	Eugenia phillyraefolia Baker	Myrtaceae	1883 Andohahela, Manongarivo	430, ?
Rompandolotra	Eugenia sp1	Myrtaceae		
Rotra	Eugenia sp2	Myrtaceae		
Manahala	Eugenia sp3	Myrtaceae		
Rokafotsy madinikavina	Eugenia sp5	Myrtaceae		

Rotrandrahirisy	Eugenia uruchiana H. Perrier	Myrtaceae	1952	? Forêt d'Analamazaotra (C.J.E.)	
Ferontany	Escoum quinquevenerium Griseb.	Certhiaceae	1839	Bricquellie, Perinet, Moramanga	0-1000
Miroanohely	Escoum quinquevenerium Griseb.	Certhiaceae	1839	Bricquellie, Perinet, Moramanga	0-1000
Voava	Ficus papyrifera Baker	Moraceae	1886	Maritadia	900
Voava nano	Ficus polyphaba Baker	Moraceae	1863	Toam.; Ambarinana, Marojejy, Ranomafana	0-50, 600-1200, 800-1315
Noroka	Ficus pyrifolia Burm. f.	Moraceae	1768	Ranomafana	950-1150
Ampanavokina beravina	Ficus similia Merr.	Moraceae	1906	?	
Raniringitra	Ficus sorocoides Baker	Moraceae	1863	Andringitra, Mont. d'Ambo	970, 1000-1200
Voava	Ficus kliffia Baker	Moraceae	1895	Batamona, Toamasine, Ranomafana	210-650, 900, 900-1100
Voava nano	Ficus kliffia Baker	Moraceae	1895	Batamona, Toamasine, Ranomafana	210-650, 900, 900-1100
Elzangidina	Filicium decipiens (Wight & Arn.) Thwaites	Sapindaceae	1864	Perinet	980
Horona	Fimbristylis cancellata Cherm.	Cyperaceae	1922	? Mahiverano	
Horona	Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl	Cyperaceae	1805	Talimbeaza	1300
Gidasy	Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl	Cyperaceae	1805	Talimbeaza	1300
Horona	Fimbristylis sp1	Cyperaceae			
Vahimpika	Flagellaria indica L.	Flagellariaceae	1753	Perinet	1000
Famafana	Flemingia congesta Robt. ex W.T. Aiton	Fabaceae	1812		
Miakarjahely	Gambeya boviniana var boviniana	Sapotaceae		cf Chrysophyllum!	
Lehinonty	Gardneria sp	Rubiaceae			
Ditama taranta	Gerbera pilaeoides (L.) Cess.	Asteraceae	1820	? Madagascar	
Ranovanonony	Glaucourtia (L.) Merck	Asclepiadaceae	1869	Toam.; Nsey Mangabe	100
Ranovanonony	Gouania latiflora Tul.	Rhamnaceae	1857	Maritadia	1040
Ranovanonony	Gouania glandulosa Bohm ex Tul.	Rhamnaceae	1867	Toam.; Nsey Mangabe, Marojejy	5, 605-1000
Ranovanonony	Gouania mauritiana Lam.	Rhamnaceae	1789	Maritadia	900
Ranovanonony	Gouania mauritiana Lam.	Rhamnaceae	1789	Maritadia	900
Takasiimbity	Gravasia macrophylla (Naudin) Bail.	Melastomataceae	1851	Masoala	0-1100
Tsarofoka lahy	Gravasia sp1	Melastomataceae			
Takasiimbity	Gravasia sp2	Melastomataceae			
	Gravasia sp3	Melastomataceae			
Hafompoity	Grewia humboldti Bail.	Tiliaceae	1886	Batamona	275-650
Hafompoity madrinavina	Grewia leucophylla Capuron	Tiliaceae	1964	Andohahela	100
Hafompoity	Grewia radula Baker	Tiliaceae	1889	Marojejy	100-800
Saiminty	Grewia thouvenotii Danguy	Tiliaceae	1923	?, dans la forêt d'Analamazaotra ou en lui donne le nom de Hafotra malaga	
Fanjana lahy	Gymnosphaera sp	Pteridophyta			
Harungana	Harungana madagascariensis Lam. ex Poir.	Clusiaceae	1804	Perinet	1000
Harungana vavy	Harungana madagascariensis Lam. ex Poir.	Clusiaceae	1804	Perinet	1000
Arbora vavy	Holocarpopsis madagascariensis Danguy	Moniaceae	1928	=Eppihandra madagascariensis (Danguy) Lorence!!	
Sakarivondambo	Helichrysum perigrinum N.E. Br.	Zingiberaceae	1883	?	
Sampina	Helichrysum cordifolium DC.	Asteraceae	1837	Art.; Manankazo	1480
Voazimbobira	Helichrysum cordifolium DC.	Asteraceae	1837	Art.; Manankazo	1480
Ramanjavona	Helichrysum cordifolium DC.	Asteraceae	1837	Art.; Manankazo	1480
Taimanadina	Helichrysum cordifolium DC.	Asteraceae	1837	Art.; Manankazo	1480
Maritraneitra	Helichrysum faradifani Scott-Elliott	Asteraceae	1891	Andohahela	
Taimanandrana	Helichrysum faradifani Scott-Elliott	Asteraceae	1891	Andohahela	
	Helichrysum microcephalum DC.	Asteraceae	1837	?	
Ramanjavona	Helichrysum sp	Asteraceae			
Hafobato	Hemitelia littoralis Dryand. in Aiton	Sterculiaceae	1789	Toam.; Nsey Manga Be	0-330
Vonoana	Hildegardia erythrocephala (Baill.) Kosterm.	Rubiaceae	1954	? Toilara, Bemahara	15-140, 400
Vahimato	Pristimera bojeri (Tul.) N. Hallé	Hippocrateaceae	1978	? Madagascar (avant Hippocratea bojeri, att. Mabberley: Pristimera est ds Celastraceae)	
Mimohely	Gaertnera phyllolachya Baker	Rubiaceae	1885	Ranomafana, Marojejy	950-1000, 1100
Talimbeaza lahy	Gaertnera phyllolachya Baker	Rubiaceae	1885	Ranomafana, Marojejy	950-1000, 1100
Kafela	Gaertnera phyllolachya Baker	Rubiaceae	1885	Ranomafana, Marojejy	950-1000, 1100
Hazontrampa	Gaertnera phyllolachya Baker	Rubiaceae	1885	Ranomafana, Marojejy	950-1000, 1100
Bararaka lahy	Gaertnera sp1	Rubiaceae			
Voavandrikala	Gaertnera sp8	Rubiaceae			
Lolotra	Gaertnera sp9	Rubiaceae			
Miakarjahely	Gaertnera sp10	Rubiaceae			
Tanatanana	Gaertnera sp11	Rubiaceae			
	Gaertnera sp12	Rubiaceae			
Taintsoraka lavavina	Gaertnera sp13	Rubiaceae			
Bararaka vavy	Gaertnera sp2	Rubiaceae			
Kafela	Gaertnera sp3	Rubiaceae			
Fairimay	Gaertnera sp3	Rubiaceae			
Kararaka vavy Bekarafoka beravina	Gaertnera sp4	Rubiaceae			
Ramatratroka	Gaertnera sp5	Rubiaceae			
Tsikafakafa1	Gaertnera sp6	Rubiaceae			
Tsikafakafa2	Gaertnera sp7	Rubiaceae			
Hazonbato foley	Homalium louvelianum H. Perrier	Flacourtiaceae	1940	? Toilara	0-20
Tendrotany	Homalium nudiflorum (DC.) Baill.	Flacourtiaceae	1886	Mont. d'Ambo, Manongarivo, Talimbeaza	1000-1100, 1200, 1300
Hazonbato	Homalium perlati Baker	Flacourtiaceae	1863	Ranomafana, Antanarivo-Sud	900-1150, 1000-1100
Hazonbato	Homalium planiflorum (Bohm ex Tul.) Baill.	Flacourtiaceae	1886	Toam.; Antanina, Andohahela	10-25, 50-200
Hazonbato	Homalium sp1	Flacourtiaceae			
Hazonbato	Homalium sp2	Flacourtiaceae			
Hazonbato	Hura crepitans L.	Euphorbiaceae	1753	Mehajunga; Ampijoroa	200
Hazonbato	Hydrocotyle superposita Baker	Asteraceae	1894	? Madagascar	
Loviatsahana	Hymenophyllum polyanthos (Sw.) Sw.	Pteridophyta	1801	Maritadia	900
Vero	Hyparrhenia hirta (L.) Stapf	Poaceae	1919	? Madagascar	
Veroala	Hyparrhenia sp	Poaceae			
Vero	Hyparrhenia variabilis Stapf	Poaceae	1919	? Madagascar	
Tsazonitozy	Hypoestes pilultra Nees	Acanthaceae	1947	Zahamena, Perinet	500-750, 1000
	Hypoestes serpens (Vahl) R. Br.	Acanthaceae	1810	? Toilara; Taimanampetosa	50
	Hypoestes sp1	Acanthaceae			
	Hypoestes sp2	Acanthaceae			
	Hypoestes sp3	Acanthaceae			
	Hypoestes sp4	Acanthaceae			
Velatra	Hypoxis angustifolia Lam.	Amaryllidaceae	1789	Toam.; Torontsifotsy, Marojejy	920, 700-950
Sakafala	Hypoxis angustifolia Lam.	Amaryllidaceae	1789	Toam.; Torontsifotsy, Marojejy	920, 700-950
Velatra	Hypoxis angustifolia Lam.	Amaryllidaceae	1789	Toam.; Torontsifotsy, Marojejy	920, 700-950
Vina	Hypoxis angustifolia Lam.	Amaryllidaceae	1789	Toam.; Torontsifotsy, Marojejy	920, 700-950
Tatsorosono	Ilex miis (L.) Radlk.	Aquifoliaceae	1886	Maritadia, Mandraka	900-930, 1050
Hazondrano	Impatiens sp	Balanitaceae			
Tongombitsy vavy	Impatiens sp	Balanitaceae			
Tenina	Impatiens cylindrica (L.) Rausch.	Poaceae	1797	Madagascar	
Vomanga	Ipomoea batatas (L.) Lam.	Convolvulaceae	1791	Madagascar	
	Ipomoea mediana Vahl	Convolvulaceae	?		
Vahinsidy	Ipomoea purpurea (L.) Roth	Convolvulaceae	1787	Antananarivo	1000
Teingolovo	Isachne mauritiana Kunth	Poaceae	1830	Antarobe	1280
Teingolovo	Isachne mauritiana Kunth	Poaceae	1830	Antarobe	1280
	Isachne sp	Poaceae	1947	? Madagascar, Domaine central; Mont Tsaratanana; massif de l'Andringitra	
	Izora sp	Rubiaceae			
Tsontsoraka sakafala	Jasminum kitchingii Baker	Oleaceae	1881	Perinet	1000
Vahimeranana	Jasminum kitchingii Baker	Oleaceae	1881	Perinet	1000
Fandrosoka	Neojoffrea decurrens (L.) Cabrera	Asteraceae	1978	?	
Tambakondrorisy	Kalanchoe prolifera (Bowie) Raym.-Hamet	Crossulaceae	1908	Art.; Antsahadina	
Sodifafana	Kyllinga erecta Schumacher	Cyperaceae	1827	Antananarivo	1000
Fanolan-jono	Kyllinga polyphylla Willd. Ex Kunth	Cyperaceae		Seychelles	
Beloha	Kyllinga polyphylla Willd. Ex Kunth	Cyperaceae		Seychelles	
Fanohizanongo	Kyllinga polyphylla Willd. Ex Kunth	Cyperaceae		Seychelles	
Taimineta	Kyllinga squamulata Vahl	Cyperaceae	1805		
Beloha	Kyllinga squamulata Vahl	Cyperaceae	1805		
Horona	Kyllinga squamulata Vahl	Cyperaceae	1805		
Nantobafinga	Labranzia costata (M. Hartog ex Baill.) Aubrév.	Sapotaceae	1863	Masoala, Zahamena, Ranomafana	0, 265, 600
Nanto boka	Labranzia louvelii Aubrév.	Sapotaceae	1964	Perinet, Ranomafana	?, 800-1150
Nantobafinga	Labranzia sp	Sapotaceae			
Andronono	Lactuca indica L.	Asteraceae	1771	Ranomafana	800-1000
Aldronono	Lactuca indica L.	Asteraceae	1771	Ranomafana	800-1000
Beroboka	Lactuca indica L.	Asteraceae	1771	Ranomafana	800-1000
Andronono vavy	Lactuca indica L.	Asteraceae	1771	Ranomafana	800-1000
Vohiana	Landolphia mandrarambo Pierre	Apocynaceae	1904	Perinet	
Vahimpingotra	Landolphia mandrarambo Pierre	Apocynaceae	1904	Perinet	
Voehena	Landolphia sp1	Apocynaceae			
Vahindobanga	Landolphia sp2	Apocynaceae			
Radriaka	Lantana camara L.	Verbenaceae	1753	Toam.; Antanina, Ranomafana	0-100, 800-1000
	Laportea sp	Urticaceae			
Mirogombo	Laubenbergia multipicata Baill.	Euphorbiaceae	1858	? Madagascar	
	Laubenbergia coriacea var. perrieri Leandri	Euphorbiaceae	1941	? Madagascar: Centre, forêt d'Analamazaotra...; forêt d'Andasibe...	
Hazonbato	Laubenbergia coriacea (Baill.) Pax (Alchornea)	Euphorbiaceae	1860	Masoala	
Tavoanghoangy	Leptaulus olivoides Baill.	Perinet	1862		900
Oliandrohaly	Leptaulus madagascariensis Baill.	Isocarpaceae		Toam.; Nsey Mangabe, Ranomafana	100, 1000-1100
	Liparis sp	Orchidaceae			
Bosaka	Lobelia agrestis E. Wimm.	Campanulaceae	1953	Andringitra, Toam.; Ambilovy	720, 975
Bosaka	Lobelia inops L. f.	Campanulaceae	1781	Bricquellie, Andohahela	100, 200-500
Vahimato	Loeseneriella urceola (Tul.) N. Hallé	Hypericaceae	1978	Andohahela	30-50
	Lonchitis madagascariensis Hook.	Pteridophyta	1851	? Madagascar	
Apangavobina	Blotiella reitzensis (Hook.) A.F. Tryon	Pteridophyta	1987	Manongarivo	
Tsipanganganamona	Blotiella reitzensis (Hook.) A.F. Tryon	Pteridophyta	1987	Manongarivo	
Tongombitsy	Ludwigia octovalis (Jacq.) P.H. Raven	Onagraceae	1962	Perinet	1000
Rairitoty	Ludwigia octovalis (Jacq.) P.H. Raven	Onagraceae	1962	Perinet	1000
Ranoandotra	Ludwigia octovalis (Jacq.) P.H. Raven	Onagraceae	1962	Perinet	1000

Tantrandraka	Lyopodiella cernua (L.) Pic. Sern.	Plantaginaceae	1968	Marojejy	700-1150
Famotrakanga	Lygodium lanceolatum Desv.	Plantaginaceae	1811	Mantadia, Mandraka	900, 1200
Karakarakobaha	Lygodium lanceolatum Desv.	Plantaginaceae	1811	Mantadia, Mandraka	900, 1200
Mankararana	Macaranga alnifolia Bail.	Euphorbiaceae	1863	Toam: Ambatovy, Ranomafana	?, 600-900
Mankararana an-tavoka	Macaranga ankofrensis Bail.	Euphorbiaceae	1862	Perinet	1000
Mankararana	Macaranga ankofrensis Bail.	Euphorbiaceae	1862	Perinet	1000
Mankararana madrinivina	Macaranga ankofrensis Bail.	Euphorbiaceae	1862	Perinet	1000
Mankararana	Macaranga boubonoides Bail.	Euphorbiaceae	1858	Betampona, Ranomafana	275-650, 600-900
Mankarandahy	Macaranga boubonoides Bail.	Euphorbiaceae	1858	Betampona, Ranomafana	275-650, 600-900
Mankararana	Macaranga cf. sphaerophylla Baker	Euphorbiaceae	1863	Toam: Sindrangato, Ranomafana, Mandraka	600, 950-1150, 1200
Fofotra	Macaranga cuspidata Boivin ex Bail.	Euphorbiaceae	1861	Marojejy, Andohahelo	100-550, 250-800
Mankararana fofotra	Macaranga cuspidata Boivin ex Bail.	Euphorbiaceae	1861	Marojejy, Andohahelo	100-550, 250-800
Mankararana	Macaranga cuspidata Boivin ex Bail.	Euphorbiaceae	1861	Marojejy, Andohahelo	100-550, 250-800
Mankararana vavy	Macaranga decaryana Leandri	Euphorbiaceae	1942	Andringitra	810-1210
Mankararana an-tavoka	Macaranga humberti Leandri	Euphorbiaceae	1942	?, Madagascar: vallee du Mandrare (Sud-Est); Katamboratra; nod pic Ivohibe	
Mankararana	Macaranga oblongifolia Bail.	Euphorbiaceae	1858	Mantadia	960
Mankarandriaka	Macaranga obovata Boivin ex Bail.	Euphorbiaceae	1861	Ambila-Lemaitso, Betampona, Marojejy	5-10, 275-650, 1150
	Macaranga obovata Boivin ex Bail.	Euphorbiaceae	1861	Ambila-Lemaitso, Betampona, Marojejy	5-10, 275-650, 1150
	Macaranga perrieri Leandri	Euphorbiaceae	1942	Masoala, Mont. d'Ambre, Ranomafana	0, 1000-1100, 1200
Mankararana fotsy	Macaranga sp1	Euphorbiaceae			
Mankararana	Macaranga sp2	Euphorbiaceae			
Mankararana vavy	Macaranga sp3	Euphorbiaceae			
Mankararana leveravina madrinika	Macaranga sp4	Euphorbiaceae			
Maroendo	Macphersonia cauliflora Radlk.	Sapindaceae	1891	Masoala, Marojejy	1672
Tabatabaidy	Macphersonia chapelleri (Bail.) Capuron	Sapindaceae	1969	Toam: Nosy Mangabe	0-330
Radoka	Messia lanceolata Forsk.	Myrsinaceae	1775	Mantadia	1000
Vavahy	Messia lanceolata Forsk.	Myrsinaceae	1775	Mantadia	1000
Vavahy	Messia lanceolata Forsk.	Myrsinaceae	1775	Mantadia	1000
Bobakaloka	Mimosa perrieri (R. Vig. & Humbert) P. Stevens	Cusciaceae		Masoala, Ranomafana	0, 600-1250
Kobakaloka	Mimosa sp1	Cusciaceae			
Kijifotsy	Mimosa sp2	Cusciaceae			
Kijifotsy	Mimosa sp3	Cusciaceae			
Mangahazo	Minhot esculenta Crantz	Euphorbiaceae	1786	Cameroon	
Amalomatia	Mapouria argusoides Bremek.	Rubiaceae	1963	Toam: Ambatovy	
Amalomatia	Mapouria mellocarpa Bremek.	Rubiaceae	1963	?, Madagascar: Est. prov. d'Andoranto, pic de Vohilanjy, pres de Fehomby; 400 m.	
Barakia	Mapouria parkeri (Baker) Bremek.	Rubiaceae	1963	?, Madagascar: Domaine de l'Ouest, massif de Manongarivo; 1600 m.	
Amalomatia	Mapouria parkeri (Baker) Bremek.	Rubiaceae	1963	Toam: Nosy Mangabe, Art.: Kangara	0-330, 600-1300
Barakia	Mapouria sp	Rubiaceae	1963	Toam: Nosy Mangabe, Art.: Kangara	0-330, 600-1300
Mangahazo	Mapouria sp	Rubiaceae			
Hafine	Marattia boivini Mett.	Peridophyta	1864	?	
Babony	Mascarenhasia macrocarpa Baker	Apocynaceae	1886	Perinet	
Takandahy	Medinilla aculeatifolia H. Perrier	Metastomataceae	1932	Ranomafana	950
Takandahy	Medinilla sp1	Metastomataceae			
Takandahy	Medinilla sp2	Metastomataceae			
Takandahy	Medinilla sp2	Metastomataceae			
Takandahy	Megastachya sp.	Poaceae			
Mankararana leveravina	Melaniea sp	Sterculiaceae			
	Melnieis multiflora P. Beauv.	Poaceae	1812	?, Tanzania	
Mankararana fofotra vavy	Melochia corchorifolia L.	Sterculiaceae	1753	Zambia, Tanzania	
Tsimamassatokina	Mermecyon albescens Jacq.-Fé.	Malvaceae	1984	?, forêt de Mangalamaso, W. Foulpointe (fl. blanches, 23.11.1962)	
Tsimamassatokina	Mermecyon capuronii Jacq.-Fé.	Malvaceae	1984	?, l'hotte à Farafangana, près Beravy, vers 80-100 m alt.	
Tsimamassatokina	Mermecyon longipetala H. Perrier	Malvaceae	1932	Andringitra	810
Tsimamassatokina	Mermecyon perscuminifolium H. Perrier	Malvaceae	1932	?, Domaine oriental : Forêt orientale, à Ambatovola, vers 500 mètres d'altitude	
Tsimamassatokina	Mermecyon sp	Malvaceae			
Tsimamassatokina	Mermecyon subaeolis H. Perrier	Malvaceae	1932	Masoala, Toam: Ambatovola	0-600, ?
Vahinimbao	Mendoncia flagellaria (Baker) Benoist	Acanthaceae	1925	Perinet	
Vahinimbao	Mendoncia flagellaria (Baker) Benoist	Acanthaceae	1925	Perinet	
Vahinimbao	Mendoncia sp	Acanthaceae			
Vandira	Merreria medium (L.) Hallier f	Convolvulaceae	1893	?	
Mantahely	Merreria medium (L.) Hallier f	Convolvulaceae	1893	?	
Vavahy	Microsorium polycarpon (Cav.) Tardieu	Polypodiaceae	1960	Perinet	
Arakakia	Mikania scandens (L.) Willd.	Asteraceae	1800	Perinet	
Vahia	Mikania scandens (L.) Willd.	Asteraceae	1800	Perinet	
Vahinitsiky	Mikania scandens (L.) Willd.	Asteraceae	1800	Perinet	
Vahia lahy	Mikania sp	Asteraceae			
Ramirena mandady	Mimosa pudica L.	Fabaceae	1753	Cameroon	
Kobakaloka	Mimulus madagascariensis Benth.	Scrophulariaceae	1846	?	
Famotralakana	Molnesia izambitoui (Cambesia) Radlk.	Sapindaceae	1879	?	
Vahinborondro lahy	Monanthotaxis micrantha (Baker) Verdc.	Annonaceae	1791	?, Tokara	0-25
Vahinborondriana	Monanthotaxis pilosa (Baker) Verdc.	Annonaceae	1791	Toam: Nosy Mangabe	0-330
Fotavandika	Monanthotaxis pilosa (Baker) Verdc.	Annonaceae	1791	Toam: Nosy Mangabe	0-330
Vahinborondriakelohy	Monanthotaxis sp1	Annonaceae			
Mantahelo	Monanthotaxis sp2	Rubiaceae			
Vahilango	Morinda sp	Muscaceae			
Akondro	Musa sp	Muscaceae			
Arandengo	Mussaenda arcuata Lam. ex Poir.	Rubiaceae	1795	Perinet	
Malemiravina voloina	Mussaenda sp7	Rubiaceae			
Vazehazo	Mussaenda sp4	Rubiaceae			
	Mussaenda sp1	Rubiaceae			
	Mussaenda sp3	Rubiaceae			
	Mussaenda sp5	Rubiaceae			
	Mussaenda sp6	Rubiaceae			
	Mussaenda sp2	Rubiaceae			
Sararivo	Myrica spathulata Mirb.	Myricaceae	1827	Ambila-Lemaitso, Ranomafana	2-50, 600
Sararivo vavy	Myrica spathulata Mirb.	Myricaceae	1827	Ambila-Lemaitso, Ranomafana	2-50, 600
Voloandora	Nastus elongatus A. Camus	Poaceae	1925	Madagascar centr.: massif d'Andringitra, alt. 1000 mètres, bords de la rivière Ivohika [Nohika]	
Voloandora	Nastus sp	Poaceae			
Tsinka madrinivina	Neodypsis sp1	Areaceae			
Sira	Neodypsis sp2	Areaceae			
Aravone	Neodypsis sp3	Areaceae			
Aravonkaly	Neodypsis sp4	Areaceae			
Larangana	Neodypsis sp4	Areaceae			
Tairika	Neophloga concinna	Areaceae		=Dypsis concinna	
Bedoda	Neophloga concinna	Areaceae		=Dypsis concinna	
Ramandray beravina	Dypsis heterophylla Baker	Areaceae	1896	Mantadia	1050
Fanabavandro	Nephrolepis acutilis Capuron	Sapindaceae	1969	Masoala, Ranomafana	?, 950-1270
Trira	Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott	Polypodiaceae	1834	Masoala, Andohahelo, Marojejy	?, 380-700
Fira	Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott	Polypodiaceae	1834	Masoala, Andohahelo, Marojejy	?, 380-700
Fiambika	Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott	Polypodiaceae	1834	Masoala, Andohahelo, Marojejy	?, 380-700
Fanabavandro	Nephrolepis cordifolia (L.) C. Presl	Polypodiaceae	1836	Ranomafana	?, 2, 380-700
Kirana	Neyraudia madagascariensis (Kuhn) Hbck. f.	Poaceae	1867	?	1200-1400
Talatrindrakia	Noronhia ecoronata H. Perrier	Oleaceae			
Talatra	Noronhia emarginata (Lam.) Thouars	Oleaceae	1806	Ambila-Lemaitso, Betampona, Toam: Anevoka	0-20, 275-650, 670
Talatrindrakia	Noronhia emarginata (Lam.) Thouars	Oleaceae	1806	Ambila-Lemaitso, Betampona, Toam: Anevoka	0-20, 275-650, 670
Tsivakihodra madrinivina	Noronhia sp	Oleaceae			
Valanrana	Nuzia sphaerocephala (Baker) Baker	Loganiaceae	1886	Mantadia	1000-1200
Kijifotsy	Ochrocarpus decipiens (O. = Mammee)	Cusciaceae		?, Pas de Mammee decipiens!	
Kijifotsy	Ochrocarpus madagascariensis	Cusciaceae		?, Pas de Mammee madagascariensis!	
Varongimainty	Ocotea caudatifolia Kosterm.	Lauraceae	1957	?, Madagascar: Bassin de la Farnesheira, massif de l'Andronono; 700 m.	
Varony	Ocotea cymosa (Nees) Pataky	Lauraceae	1907	Manongarivo	1300
Varongifotsy madrinivina	Ocotea faucheri (P. Danguy) Kosterm.	Lauraceae	1939	?	
Tavohivonony	Ocotea laevis Kosterm.	Lauraceae	1939	Toam: Ambatovy, Analamay, Ranomafana	1000, 1000-1090, ?
Varongimainty	Ocotea laevis Kosterm.	Lauraceae	1939	Toam: Ambatovy, Analamay, Ranomafana	1000, 1000-1090, ?
Varongimainty	Ocotea macrocarpa Kosterm.	Lauraceae	1939	Manongarivo, Prov. Andoranto, in silva Analamazazaha.	700
Varongifotsy	Ocotea madagascariensis (Meisn.) Pataky	Lauraceae	1907	Toam: Analamay, Manongarivo, Mont. d'Ambre	1160, 700, 1000
Varony mihina	Ocotea racemosa (P. Danguy) Kosterm.	Lauraceae	1939	Toam: Ambanizana, Manongarivo, Mont. d'Ambre	110-260, 800, 1150
Varongimainty	Ocotea racemosa (P. Danguy) Kosterm.	Lauraceae	1939	Toam: Ambanizana, Manongarivo, Mont. d'Ambre	110-260, 800, 1150
Tavohivonony	Ocotea sp	Lauraceae			
Varongimainty	Ocotea trichophylla Baker	Lauraceae	1883	Mandraka, Ranomafana	1050, ?
Hazonbaratra r51	Ocotea trichophylla Baker	Lauraceae	1883	Mandraka, Ranomafana	1050, ?
Tsialampelana vavy	Oenanthe oncidiflora	Orchidaceae		Pas de W3Tropicos mais de Mabberley, 7 Mascarenes	
	Oldenlandia lanceifolia (Schumeh.) DC.	Rubiaceae	1830	Brickaville, Ambatavao	100, 950-1050
Mantahely	Oldenlandia macrophylla DC.	Rubiaceae	1830		
Salehy	Omphalea oppositifolia (Willd.) L.J. Gillespie	Euphorbiaceae	1997	Perinet	900
Vostelohzo	Omphalea oppositifolia (Willd.) L.J. Gillespie	Euphorbiaceae	1997	Perinet	900
Ramizakia madrinivina	Oncostemum botryoides Baker	Myrsinaceae	1886	Mantadia	1020
Tatapahindahy	Oncostemum botryoides Baker	Myrsinaceae	1886	Mantadia	1020
Tatapahindahy	Oncostemum caudatum H. Perrier	Myrsinaceae	1932	Perinet	1000
Ramizakia	Oncostemum cf. hispidum H. Perrier	Myrsinaceae	1932	?, Centre (E): Forêt ombrophile vers 1.000-1.400 m., à Test du lac Alaotra; Zahemena	
Ramizakia leveravina madrinika	Oncostemum cf. umbellatum (Baker) Mez	Myrsinaceae	1932	?	
Ramizakia	Oncostemum elephantipes H. Perrier	Myrsinaceae	1932	Toam: Analamay	1000

Hazotoho be ravina	Oncostemum elephantipes H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Toam.: Analamany	1000
Dona	Oncostemum elephantipes H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Toam.: Analamany	1000
Ramitsiaka madrinadravina	Oncostemum falcatum Mez	Myrsinaceae	1902	Marojejy, Manongarivo	100-1150, 1100-1350
Hazotohoboka	Oncostemum glaucum H. Perrier	Myrsinaceae	1952	? CENTRE: Forêt bord de l'Oriève, aval Tainjiravo (S. Imerina), 1.500 m.	
Ramitsiaka	Oncostemum leprosum Mez	Myrsinaceae	1902	Ambatovy	1000
Ramitsiaka	Oncostemum leprosum Mez	Myrsinaceae	1902	Ambatovy	1000
Hazotoho madrinadravina	Oncostemum nervosum Baker	Myrsinaceae	1890	?, Madagascar: North Antsaharana	
Ramitsiaka	Oncostemum palmiforme H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Perinet	1000
Odratra	Oncostemum palmiforme H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Perinet	1000
Ramitsiaka	Oncostemum paniculatum H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Ambatovy, EST: Forêt orientale, vers 700-800 m. d'altitude	975-1000
Odratra	Oncostemum paniculatum H. Perrier	Myrsinaceae	1952	Ambatovy, EST: Forêt orientale, vers 700-800 m. d'altitude	975-1000
Tekasidoranga	Oncostemum platycladum Baker	Myrsinaceae	1895	?, Madagascar	
Hazotoho lava ravina madrinadravina	Oncostemum scabridum Mez	Myrsinaceae	1902	?	
Panafo	Oncostemum sp1	Myrsinaceae			
Taitapahodilany	Oncostemum sp1	Myrsinaceae			
Ramitsiaka	Oncostemum sp1	Myrsinaceae			
Taitafotsy	Ophiocolea floribunda (Bojer ex Lindl.) H. Perrier	Blignoniaceae	1938	Ambila-Lemaita, Betampona, Ranomafana	0-5, 500-750, 800-1270
Fotsivolamanoto	Ophiocolea sp1	Bignoniaceae			
	Ophiocolea sp2	Bignoniaceae			
Tadintambo	Ophioglossum reticulatum L.	Psittacophyta	1753	South Africa	
	Ophioglossum sp	Psittacophyta			
Ahipodilany	Ophrosia lyallii (Benth.) Verdc.	Fabaceae	1970	Riv. Ampesimbe	800-1000
	Oplismenus burmannii (Retz.) P. Beauv.	Poaceae	1812	Tsimbazaza	
	Orchidaceae sp	Orchidaceae			
Ferontsiaka	Orrichia madagascanensis (Baker) Klack.	Geraniaceae	1986	Andringitra	720
Vary	Oryza sativa L.	Poaceae	1753		
Malambovony	Campylospermum delatoidum (Baker) Tiegh.	Ochnaceae	1930	Fianar., Mont. d'Andre, Marojejy	600-700, 840, 1100-170
Malambovony vavy	Campylospermum aneops (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Masoala, Betampona	?, 275-650
Malambovony vavy be ravina	Campylospermum aneops (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Masoala, Betampona	?, 275-650
Menahy vavy	Campylospermum aneops (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Masoala, Betampona	?, 275-650
Malambovony lahy	Campylospermum lanceolatum (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Manadia	960
Menahy	Campylospermum lanceolatum (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Manadia	960
Taninonika	Campylospermum lanceolatum (Baker) H. Perrier	Ochnaceae	1940	Manadia	950
Ditonostanata	Ouarata micrantha (Hook.) Tiegh. & Dabiel	Ochnaceae	1927	?	
Malambovony	Campylospermum obtusifolium (Lam.) Tiegh.	Ochnaceae	1902	?	
Tekasina	Ouaia corniculata L.	Ochnaceae	1753	Riv. Ampesimbe, Tsimbazaza	800-1000, 1300
Dipaty	Pachyproche dimorpha Bureau	Moraceae	1873	Ranomafana, Mont. d'Andre (cf. Streblus)	950-1150, 1000-1100
Miasavelona	Pachyproche dimorpha Bureau	Moraceae	1873	Ranomafana, Mont. d'Andre (cf. Streblus)	950-1150, 1000-1100
Hovoa	Pachyproche dimorpha Bureau	Moraceae	1873	Ranomafana, Mont. d'Andre (cf. Streblus)	950-1150, 1000-1100
Dipaty laveravine	Pachyproche sp	Moraceae			
Dipaty lahy	Pachyproche sp	Moraceae			
Lengohazo	Paeidia farinosa (Baker) Puff	Rubiaceae	1991	? Mahajunga: Ampijoroa, Tolera: Andranovory	60, 330
Vahimbazina	Paeidia sambiranensis Hornole ex Puff	Rubiaceae	1991	? Antirana	100-200
Havarena 1	Pandanus dyckhoideus Baker	Pandaniaceae	1897	Toamasina, Ranomafana	900, 1200
Karata	Pandanus erectus H. St. John	Pandaniaceae	1968	?, Madagascar: République, Varingointra, 5 km S of Maroentzara; 3 Sept. 1961.	
Havarena 2	Pandanus mangokrisis Martell	Pandaniaceae	1951	?, Centre: Ouest de Midongy. Bassin supérieur du Mangoky; fev 1919	
Havarena	Pandanus stellatus Martell	Pandaniaceae	1951	? Tolera: Zombity, Mahajunga: Ambohijanahary	600-700, 1100
Vakozilohy	Pandanus vandamii Martell & Pichi-Sermoll	Pandaniaceae	1951	Tsimbazaza	1300
Tsirikomby	Pandanus sp1	Pandaniaceae			
Havarena	Panicum ambositrense A. Camus	Poaceae	1925	?	
Ahipody	Panicum ambositrense A. Camus	Poaceae	1925	?	
Ahipodilany	Panicum brevifolium L.	Poaceae	1753	Cameroon, Tanzania	
Ahipody	Panicum glanduliferum K. Schum.	Poaceae	1887	?, Mad: Im Sumpfen ohne genauere Standortangabe	
Raminobolo	Panicum maximum Jacq.	Poaceae	1781	Brickville, Riv. Ampesimbe	100, 800-1000
Fatakanindra	Panicum maximum Jacq.	Poaceae	1781	Brickville, Riv. Ampesimbe	100, 800-1000
Ahidrananga	Panicum parvifolium Lam.	Poaceae	1791	Manongarivo	
Ranomaintso	Panicum parvifolium Lam.	Poaceae	1791	Manongarivo	
Bozaka	Panicum parvifolium Lam.	Poaceae	1791	Manongarivo	
Taingoloko	Panicum vulgatum Stapf	Poaceae	1919	Ambatovy, Mont. D'Andre	975, 1000
Fanonahona	Paropsis madagascanensis (Mast.) H. Perrier	Paeoniaceae	1940	Toam.: Nosy Mangabe, Soanierana-hongo	0-330, 60
Ahrombilahibe	Paspalum commersonii Lam.	Poaceae	1791	Mauritius	
Miambofona	Paspalum conjugatum Bergius	Poaceae	1762	Toam.: Nosy Mangabe, Marojejy	0-330, 600-700
Ahjoisaka	Paspalum conjugatum Bergius	Poaceae	1762	Toam.: Nosy Mangabe, Marojejy	0-330, 600-700
Mahabanky	Paspalum conjugatum Bergius	Poaceae	1762	Toam.: Nosy Mangabe, Marojejy	0-330, 600-700
Balekama	Paspalum nutans Lam.	Poaceae	1791	Am. Sud	
Ahadambo	Paspalum paniculatum L.	Poaceae	1759	Toam.: Nosy Mangabe, Tsimbazaza	0-330, 1300
	Paspalum sp1	Poaceae			
	Paspalum sp2	Poaceae			
Belanizo	Paspalum sp2	Poaceae			
Bongampao	Paspalum sp2	Poaceae			
Garana	Paspalum sp2	Poaceae			
Garandrina	Paspalum sp2	Poaceae			
Talandrova	Paspalum sp2	Poaceae			
Taninova	Paspalum sp2	Poaceae			
Masia	Paspalum sp2	Poaceae			
Amotrimbo	Paspalum sp2	Poaceae			
Vonono	Paspalum sp2	Poaceae			
Jijoky	Paspalum sp2	Poaceae			
Anberita	Paspalum sp2	Poaceae			
Titra mirandina	Paspalum sp2	Poaceae			
Tepoasio	Pennisetum purpureum Schumacher	Poaceae	1827	Cameroon	
Taingahata	Pentstemon veronicoides (Baker) Schumann	Rubiaceae	1891	Behenty	1400
Kalobada	Pentstemon veronicoides (Baker) Schumann	Rubiaceae	1891	Behenty	1400
Amasafotsy	Pentstemon veronicoides (Baker) Schumann	Rubiaceae	1891	Behenty	1400
Tsakobokotra	Pentstemon sp	Rubiaceae			
Taidimy	Pennisetum purpureum Schumacher	Poaceae	1768	Cameroon	
Tsaransaka	Phaseolus lunatus L.	Fabaceae	1753	Uganda	
Arjavidy lahy	Phaseolus lunatus L.	Fabaceae	1754	Uganda	
Arjavidy	Phaseolus lunatus L.	Fabaceae	1754	Uganda	
Beodda	Phyllipia floribunda Benth.	Eriocaulaceae	1839	Andringitra	
Tanika	Dysois nodifera Mart.	Arecaceae	1840	Andringitra	
Sira	Dysois nodifera Mart.	Arecaceae	1840	Manadia	950-1150
Ambanivily	Phyllanthus amarus Schumacher	Euphorbiaceae	1827	Cameroon	
Raminimo	Phyllanthus amarus Schumacher	Euphorbiaceae	1827	Cameroon	
Telavodiana	Phyllanthus amarus Schumacher	Euphorbiaceae	1827	Cameroon	
Telavodiana	Phyllanthus decipiens (Bakl.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1938	Fi-Dauphin	20
Telavondivotra	Phyllanthus mansuetorum Leandri	Euphorbiaceae	1966	?, Madagascar	
Tanona	Phyllanthus mansuetorum Leandri	Euphorbiaceae	1966	?, Madagascar	
Mandresy	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	Toam.: Antsahava	0-50
Mandrihava	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	Toam.: Antsahava	0-50
Telavodiana	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	?, Tanzania	
Telavodiana	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	?, Tanzania	
Telavodiana	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	?, Tanzania	
Sasmodindrazo	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	?, Tanzania	
Volombondindrazo	Phyllanthus niruoides Müll. Arg.	Euphorbiaceae	1957	?, Tanzania	
	Pithecolobium scolopendria (Burm. f.) Plc. Sem.	Pteridophyta	1973	Ambila-Lemaita, Masoala, Andringitra	0-50, ?, 720
	Pilea perrieri Leandri	Urticaceae	1950	Masoala, Marojejy	300, 500
	Pilea sp	Urticaceae			
Sakaisaka	Piper sp1	Piperaceae			
Tongitra	Piper sp1	Piperaceae			
Taimahatsaka	Piper sp2	Piperaceae			
Tonata	Piper subpeltatum Willd.	Piperaceae	1797	Toamasina: Ambarizana, Mont. d'Andre	110-250, 1100
Tonata	Piper umbellatum L.	Piperaceae	1793	Masoala, Ranomafana, Mandraka	0, 950-1150, 1200
Hazonbary madrinadravina	Pitiosporum polyspermum Tul.	Pitiosporaceae	1857	Betampona, Toam.: Andranobe, Marojejy	275-650, 300-400, 460-1150
Hazonbary	Pitiosporum ochrosifolium Bojer	Pitiosporaceae	1842	Perinet, Mandadia	860, 810
Miambovotsika	Pitiosporum ochrosifolium Bojer	Pitiosporaceae	1842	Perinet, Mandadia	860, 810
Hazonbary beravina	Pitiosporum ochrosifolium Bojer	Pitiosporaceae	1842	Perinet, Mandadia	860, 810
Hazonbary	Pitiosporum ochrosifolium Bojer	Pitiosporaceae	1842	Perinet, Mandadia	860, 810
	Ptyrogramma argentea (Willd.) Domin	Pteridophyta	1928	? Italo	800-900
Fotianavaha	Ptyrogramma cabomelanica (L.) Link	Pteridophyta	1833	Marojejy	500-700
Ramendafy	Plagiocephalus jumeleti (Choux) Capuron	Sapindaceae	1989	Toam.: Ambarizana, Marojejy	0-30, 757
Ramendafy madrinadravina	Plagiocephalus jumeleti (Choux) Capuron	Sapindaceae	1989	Toam.: Ambarizana, Marojejy	0-30, 757
Vahisikombe	Platanus thoulletii Roem. & Schult.	Apocynaceae	1819	Ambila-Lemaita, Marojejy	0-300, 920-1150
Seve	Plectranthus sp1	Lamiaceae			
	Plectranthus sp2	Lamiaceae			
Bekarakoka	Plectranthus sp	Lamiaceae			
Voambolona	Platelia excavata (Bory ex Willd.) T. Moore	Pteridophyta	1862	Manadia, Ranomafana	930-1040, 800
Masaloabonga	Polvinia coccinea (Som.) Thouars	Convolvulaceae	1811	?, Madagascar	
Antbay	Polyalthia ghesbreghiana Cvevo & Keraudren	Annonaceae	1967	Betampona, Marojejy	300-400, 200-759
Antbay lavavina	Polyalthia richardiana Bail.	Annonaceae	1898	? Lokobe, Manongarivo	0-200, 250
Vahimbary	Polyalthia sp1	Annonaceae			
Vahimbondrovoahy	Polyalthia sp2	Annonaceae			
Taingarivary	Polygonum minus Huds.	Polygonaceae	1762	?	
Taingarivaria	Polygonum minus Huds.	Polygonaceae	1762	?	
Voantsilana	Polygonum minus Huds.	Polygonaceae	1762	?	
Voantsilana	Polycias ornifolia (Baker) Harms	Araliaceae	1971	Ambila-Lemaita, Toam.: Antsahava	0-50
	Polycias ornifolia (Baker) Harms	Araliaceae	1894	Toam.: Ambarizana, Ranomafana	1070, 900-1200

Komy	<i>Polyscias ornifolia</i> (Baker) Harms	Araliaceae	1894	Toam.: Ambarizana, Ranomafana	1070, 900-1200
Voatsilana	<i>Polyscias sp1</i>	Araliaceae			
Vefortanjanara	<i>Polyscias sp1</i>	Araliaceae			
Soatiza	<i>Polyscias sp1</i>	Araliaceae			
Malanbohavana	<i>Polyscias sp2</i>	Araliaceae			
Talafakafa	<i>Polysphaeria multiflora</i> Hiern	Rubiaceae	1877	? Tanzania	
Kafabeala	<i>Polysphaeria multiflora</i> Hiern	Rubiaceae	1877	? Tanzania	
Anivavatra	<i>Potamoia crassifolia</i> Kosterm.	Lauraceae	1939	Manongarivo, Marojejy	? 1300-1600
	<i>Potamoia thurardi</i> Roem. & Schult.	Lauraceae	1818	Bezaupona, Manongarivo	210-410, ?
Ramatstao	<i>Pothos scandens</i> L.	Araceae	1753	Perinet	980
Bematstao	<i>Pothos scandens</i> L.	Araceae	1753	Perinet	980
Ditmana	<i>Protolus ditmana</i> H. Perrier	Anacardiaceae	1944	Mantadia	870-930
<i>Ditmana beravina</i>	<i>Protolus sp1</i>	Anacardiaceae			
<i>Ditmana isiramiamy</i>	<i>Protolus sp2</i>	Anacardiaceae			
Ahimpisakala	<i>Pseudobaccharis deflexa</i> (Schumacher) Launert	Poaceae	1970	?	
Dingdingana	<i>Petalia altissima</i> (DC.) Drake	Asteraceae	1903	Fianar.: Ankositse, Andringitra	890, 1210
Vahidringingana	<i>Petalia lucida</i> (Cass.) Drake	Asteraceae	1897	Toam.: Mangoro, Nosy Mangabe, Marojejy	? 0-330, 1100-1300
Dingdinganavehy	<i>Petalia lucida</i> (Cass.) Drake	Asteraceae	1898	Toam.: Mangoro, Nosy Mangabe, Marojejy	? 0-330, 1100-1300
Gomintinahy	<i>Pedium castellanum</i> Sabine	Myrtaceae	1821	Maunilius	600-650
Gevobe	<i>Pedium guajupe</i> L.	Myrtaceae	1753	Andohahelo	
Gosy	<i>Pedium guajupe</i> L.	Myrtaceae	1753	Andohahelo	
Gosy be	<i>Pediospermum androsaeifolium</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toamasina, Ranomafana	920-990, 800-1150
Harongandahy	<i>Pediospermum androsaeifolium</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toamasina, Ranomafana	920-990, 800-1150
Tambity	<i>Pediospermum androsaeifolium</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toamasina, Ranomafana	920-990, 800-1150
Harongampahy	<i>Pediospermum androsaeifolium</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toamasina, Ranomafana	920-990, 800-1150
Fotsivadika	<i>Pediospermum brachypodium</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toamasina, Ranomafana	920-990, 800-1150
Fotsivadika	<i>Pediospermum chionostachyum</i> Spach	Cuscutaceae	1836	Toam.: Anatsina, Marojejy	390-660
Harongandahy	<i>Pediospermum fanerata</i> Baker	Cuscutaceae	1882	Toam.: Anatsina, Marojejy	0-50, 850-1000
Behaborana	<i>Pediospermum humile</i> H. Perrier	Cuscutaceae	1948	?	652-2132
Harongampahy	<i>Pediospermum humile</i> H. Perrier	Cuscutaceae	1948	?	
Harongandahy beravina	<i>Pediospermum humile</i> H. Perrier	Cuscutaceae	1948	?	
Harongandahy	<i>Pediospermum tenosium</i> (Chesley) Hochr.	Cuscutaceae	1919	Ambo-Lemaitso	0-50
Tambity	<i>Pediospermum mollicum</i> (Pers.) Hochr.	Cuscutaceae	1919	Ambo-Lemaitso, Toam.: Ambatovy	50, 1100
Harongampahy beravina	<i>Pediospermum rubifolium</i> H. Perrier	Cuscutaceae	1948	Toam.: Anatsina	0-50
Harongandahy	<i>Pediospermum rubifolium</i> H. Perrier	Cuscutaceae	1948	Toam.: Anatsina	0-50
Harongampahy	<i>Pediospermum sp</i>	Cuscutaceae			
Ramatstao	<i>Psychotria sp1</i>	Rubiaceae			
Bezanika lahy	<i>Psychotria sp9</i>	Rubiaceae			
Mamohely	<i>Psychotria sp10</i>	Rubiaceae			
Voanananala	<i>Psychotria sp2</i>	Rubiaceae			
Analomanta	<i>Psychotria sp2</i>	Rubiaceae			
Analomanta	<i>Psychotria sp3</i>	Rubiaceae			
Bematstondriaka	<i>Psychotria sp4</i>	Rubiaceae			
Mamohely	<i>Psychotria sp5</i>	Rubiaceae			
Voanananala	<i>Psychotria sp5</i>	Rubiaceae			
	<i>Psychotria sp6</i>	Rubiaceae			
	<i>Psychotria sp7</i>	Rubiaceae			
<i>Bekarakafa madindravina</i>	<i>Psychotria sp8</i>	Rubiaceae			
Rangotra be	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Pteridophyta	1879	Rv. Ampasimbe	1000
Apanga	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Pteridophyta	1879	Rv. Ampasimbe	1000
Apanga be	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Pteridophyta	1879	Rv. Ampasimbe	1000
Famatotrakanga ala	<i>Pteris cretica</i> L.	Pteridophyta	1767	Andringitra	720-1500
	<i>Pteris dentata</i> Forsk.	Pteridophyta	1775	? Tanzania	
	<i>Pteris heteroclitia</i> Desv.	Pteridophyta	1827	Mantadia	900
Jikyely	<i>Pteris laura</i> Desv.	Pteridophyta	1827	Marojejy	980
	<i>Pteris linearis</i> Retz.	Pteridophyta	1804	Mont. d'Ambo	1475
Belé	<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv.	Cyperaceae	1807	? Tokara; Mandena	0-10
Fanohizanono	<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv.	Cyperaceae	1807	? Tokara; Mandena	0-10
Beliala	<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv.	Cyperaceae	1807	? Tokara; Mandena	0-10
Bongampiso	<i>Pyrenacantha chlorantha</i> Baker	Isocarpaceae	1894	?, Madagascar	
	<i>Pyrenacantha sp</i>	Isocarpaceae			
Ditina	<i>Quercus edicola</i> (Vahl) F. Barkard	Cyperaceae	1933	?	
Ravenala	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Musaceae	1782	Nosy Mangabe	0-330
Fonty	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Musaceae	1782	Nosy Mangabe	0-330
Fonty hitana	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Musaceae	1782	Nosy Mangabe	0-330
Anivona	<i>Ravenala madagascariensis</i> Becc.	Araceae	1905	Perinet	860
Anivona	<i>Ravenala robustior</i> Jum. & H. Perrier	Araceae	1913	Toam.: Hiaraka, Andohahelo, Marojejy	500-600, 700, 950
	<i>Ravenea sp</i>	Araceae			
	<i>Ravensara areolata</i> Sonn.	Lauraceae	1782	?	
Tavolo pika	<i>Ravensara elliptica</i> Kosterm.	Lauraceae	1939	?, Madagascar Orientalis: in sive montana, loco haud indicato (an Analamazotra?)	
Tavolo malana	<i>Ravensara flavescens</i> Kosterm.	Lauraceae	1939	?, Madagascar orientalis: Analamazotra	
Tavolo malana	<i>Ravensara floribunda</i> Baill.	Lauraceae	1870	? Ortur in Madagascar, ubi olim legit Chapellier	
Tavolo piny	<i>Ravensara floribunda</i> Baill.	Lauraceae	1870	? Ortur in Madagascar, ubi olim legit Chapellier	
Mame lengo	<i>Ravensara floribunda</i> Baill.	Lauraceae	1870	? Ortur in Madagascar, ubi olim legit Chapellier	
Tavolo piny	<i>Ravensara implexa</i> Kosterm.	Lauraceae	1939	?, Madagascar orientalis-centralis: in sive prope flum. Anove, 200 m	
Tavolo malana	<i>Ravensara pervillei</i> (Baill.) Kosterm.	Lauraceae	1939	Manongarivo	800
Tavolo Iveravina	<i>Ravensara pervillei</i> (Baill.) Kosterm.	Lauraceae	1939	Manongarivo	800
Tavolo mangy	<i>Ravensara sp1</i>	Lauraceae			
Tavolo sary	<i>Ravensara sp2</i>	Lauraceae			
Tavolo malana	<i>Ravensara sp3</i>	Lauraceae			
Ambazaria	<i>Rhedea madagascariensis</i> (Planch. & Triana) H. Perrier	Cuscutaceae	1948	Andringitra, Manongarivo, Marojejy	1210, 1250, 1672
Hapotendrina	<i>Rhopalocarpus boulei</i> (Danguy) Capuron	Sphaerospataceae	1962	Ambo-Lemaitso, Toam.: Amboditavolo	0-50, 400
Ambazaria	<i>Rhopalocarpus boulei</i> (Danguy) Capuron	Sphaerospataceae	1962	Ambo-Lemaitso, Toam.: Amboditavolo	0-50, 400
Ambazaria	<i>Rhopalocarpus macrorhynchus</i> Capuron	Sphaerospataceae	1962	Tampolo, Toam.: Sahavavy, Ambarizana	0-20, 50-400, 300
Amala	<i>Rhynchosia verticillata</i> Baker	Fabaceae	1883	Antananarivo: Ibity, Ambohimanga (Baker)	1700
Bematstomb	<i>Rhynchospora glauca</i> Vahl	Cyperaceae	1805	Andohahelo	1750-1800
Harala	<i>Rourea platyneura</i> Baker	Conraraeae	1894	?	
Takoka	<i>Rubus moluccanus</i> L.	Rosaceae	1753	"Madagascar" (Boeser)	
Voandrofotsy	<i>Rubus myrianthus</i> Baker	Rosaceae	1883	?, Madagascar: Forest of Analamazotra	
Vondroy boarak	<i>Rubus roseifolius</i> Sm.	Rosaceae	1791	Marojejy	60
Vatrontsaka	<i>Rubus roseifolius</i> Sm.	Rosaceae	1791	Marojejy	60
Vondroandrapango	<i>Rubus roseifolius</i> Sm.	Rosaceae	1791	Marojejy	60
Vondroindrapango	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	1816	? Peru, Bolivia >2100'	
Savatrandraka	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.	Rubiaceae		Marojejy, Mantadia, Mandraka, Andohahelo	500-1100, 1040, 1200, ?
Savatrandraka beravina	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.	Rubiaceae		Marojejy, Mantadia, Mandraka, Andohahelo	500-1100, 1040, 1200, ?
Vosena	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.	Rubiaceae		Marojejy, Mantadia, Mandraka, Andohahelo	500-1100, 1040, 1200, ?
Savatrandraka madindravina	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.	Rubiaceae		Marojejy, Mantadia, Mandraka, Andohahelo	500-1100, 1040, 1200, ? ver microfolia
Savatrandraka	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.	Rubiaceae		Marojejy, Mantadia, Mandraka, Andohahelo	500-1100, 1040, 1200, ? ver microfolia
Fary	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	1753		
Tangolovo	<i>Sacciolepis delicatula</i> Mez	Poaceae	1918	? Imerina orient., ad Andrangatsaka locus nudus	
Gidrey	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase	Poaceae	1908	? Uganda	
Honra	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase	Poaceae	1908	? Uganda	
Gidrey	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase	Poaceae	1908	? Uganda	
Bozaha	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100
Vosahy	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100
Vahimbatroha	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100 event: esp dentata
Voesasandro	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100 event: esp dentata
Vosatetra	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100 event: esp dentata
Vonodimby	<i>Sabazia madagascariensis</i> (Lam.) DC.	Hippocritaceae	1824	Masoala, Ambatovy, Ranomafana	0, 975, 1000-1100 event: esp dentata
Miarovany madindravina	<i>Saldinia myrtilodes</i> Bremk.	Rubiaceae	1957	?, Madagascar: Analamazotra, MI Miaromizara, 1000 m.	
Marovany	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Voanananala	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Mahatany	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Marompatotra	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Marompatotra beravina	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Voamantso	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Vokina	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Kaliandratana	<i>Saldinia sp1</i>	Rubiaceae			
Analomanta	<i>Saldinia sp2</i>	Rubiaceae			
Kafala	<i>Saldinia sp3</i>	Rubiaceae			
	<i>Saldinia sp4</i>	Rubiaceae			
	<i>Saldinia sp5</i>	Rubiaceae			
Marofona	<i>Savia coccinea</i> L.	Lamiaceae	1787	Rv. Ampasimbe	800-1000
Fanobolentany	<i>Savia platytrachis</i> Baill.	Euphorbiaceae	1858	Nosy Mangabe, Joffreville	0-330, 660
Maintopotra	<i>Savia platytrachis</i> Baill.	Euphorbiaceae	1858	Nosy Mangabe, Joffreville	0-330, 660
Hazorefana	<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae			
Bokony	<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae			
Voantsilana	<i>Schefflera ventricata</i> (Baker) Bernard	Araliaceae		Ranomafana	950-1200
Voantsilana	<i>Schizmafolide sp</i>	Rubiaceae			
Volonponimampiana	<i>Schizaea dichotoma</i> (L.) J. Sm.	Pteridophyta	1793	Perinet	1000
Parazolaza	<i>Schizaea dichotoma</i> (L.) J. Sm.	Pteridophyta	1793	Perinet	1000
Volandotra	<i>Schizostachyum sp</i>	Poaceae			
Vendranerantira	<i>Scleria abortiva</i> Nees	Cyperaceae	1834	Toam.: Hiaraka, Ranomafana	550, ?
Vendriana be	<i>Scleria abortiva</i> Nees	Cyperaceae	1834	Toam.: Hiaraka, Ranomafana	550, ?
Vendranoka levy	<i>Scleria longifolia</i> Boeck.	Cyperaceae	1882	?	
Vendranoka	<i>Scleria madagascariensis</i> Boeck.	Cyperaceae	1884	? Ost-Imerina: Andrangatsaka. - Nbvr. 1880.	
Vendranoka lahy	<i>Scleria sp (courant)</i>	Cyperaceae			

Vendranabe	Soleria trilobata Poir.	Cyperaceae	1806	Masoala	
Marahevitra mena	Scolopia hazonty H. Perrier Scolopia sp	Flacourtiaceae Flacourtiaceae	1940	Nosy Mangabe, Toam.: Ambarizana, Ranomafana	0-330, 420, 1000-1100
Famafatsambo	Scoperia dulcis L.	Scrophulariaceae	1753	Nosy Mangabe, Brickaville, Andohahelo	0-330, 100, ?
Vahizato	Secamone obovata Decne. in A. DC.	Asclepiadaceae	1844	Marahevitra, Ambila-Lemaitse	10, 0-25
Vahimaitambodimporona	Secamone sp1	Asclepiadaceae			
Vahimateho	Secamone sp2	Asclepiadaceae			
Vahizato	Secamone sp3	Asclepiadaceae			
Vahizato	Secamone sp4	Asclepiadaceae			
Viokompoantany	Secamone varia Black.	Asclepiadaceae	1932	? Tanjariho, 1925	
Jingohely madiravina	Selaginella fraserioides (Hook. & Grev.) Spring	Pleridophyta	1841	Toam.: Hataka	75
Tsatsangotra	Selaginella lanigata (Willd.) Spring in Mart.	Pleridophyta	1840	? (Flora Brasiliensis?)	
Matsarahandro	Selaginella lanigata (Willd.) Spring in Mart.	Pleridophyta	1840	? (Flora Brasiliensis?)	
Mantsarahandro	Selaginella lyalli (Hook. & Grev.) Spring	Pleridophyta	1841	Ranomafana	1100
Anthevitra lahy	Selaginella lyalli (Hook. & Grev.) Spring	Pleridophyta	1841	Ranomafana	1100
Jingohely	Selaginella lyalli (Hook. & Grev.) Spring	Pleridophyta	1841	Ranomafana	1100
Jingohely	Selaginella tasselata (L.) Spring	Pleridophyta	1843	? Caribbees: Leeward Islands	420
Tambelonangatra	Senecio adcaendens Bojer ex DC.	Asteraceae	1837	Antakobe	1300-1600
Andraisoa	Senecio fauissoides Baker	Asteraceae	1882	? Bosses 2x, Baron: Forests of East Betsileo.	
Tadonakoho	Senecio fauissoides Baker	Asteraceae	1882	? Bosses 2x, Baron: Forests of East Betsileo.	
Vorovoka	Senecio boucappanus	Asteraceae	1923	Marojejy, Andohahelo	380, 200-1400
Takakatsaka	Setaria megaphylla (Steud.) T. Durand & Schinz	Poaceae	1894	? Maslwi	850
Ampikombala	Setaria pallide-flava (Schumacher) Stapf & C.E. Hubb.	Poaceae	1930	Tsimbazaza	1300
Sandroy	Sida rhombifolia L.	Malvaceae	1753	Toamasina, Ranomafana	920, 900-1100
Rohinranamato	Smitax kraussiana Meisn.	Liliaceae	1845	Betampona, Andringitra, Marojejy, Ranomafana	210-410, 720-1350, 1150, 600-1200
Rafidambo	Smitax kraussiana Meisn.	Liliaceae	1845	Betampona, Andringitra, Marojejy, Ranomafana	210-410, 720-1350, 1150, 600-1200
Rohinrandrianampampatana	Solanum americanum Mill.	Solanaceae	1768	Ranomafana	1130
Paranana	Solanum americanum Mill.	Solanaceae	1768	Ranomafana	1130
Ananamny	Solanum americanum Mill.	Solanaceae	1768	Ranomafana	1130
Anandranja	Solanum americanum Mill.	Solanaceae	1768	Ranomafana	1130
Argimanantra	Solanum anguini Lam.	Solanaceae	1794	? Tanzania	
Argivy	Solanum anguini Lam.	Solanaceae	1794	? Tanzania	
Baleohalo	Solanum mauritianum Scop.	Solanaceae		Marojejy, Ranomafana, Mandraka	600-700, 800-1100, 1200
Sava	Solanum mauritianum Scop.	Solanaceae		Marojejy, Ranomafana, Mandraka	600-700, 800-1100, 1200
Ravitramanginy	Solanum torum Sw.	Solanaceae	1788	Brickaville, Marojejy, Mont. d'Ambre	100, 380, 950-1100
Andradaka	Solanum torum Sw.	Solanaceae	1788	Brickaville, Marojejy, Mont. d'Ambre	100, 380, 950-1100
Anghitra	Solanum torum Sw.	Solanaceae	1788	Brickaville, Marojejy, Mont. d'Ambre	100, 380, 950-1100
Voadimandro	Sorindeia madagascariensis Thouars ex DC.	Anacardiaceae	1825	Toam.: Hataka, Betampona	200-300, 275-600
Kalamandra	Spermaceae sp	Rubiaceae			
Lakemanarana	Spermaceae sp	Rubiaceae			
Vahimborisy	Sphednocarpus perrieri Arnée	Malpighiaceae	1943	? Centre (bord orientale): entre Andilamena et Mandritsara, forêt, 900 m.; (1921).	
Tandramena	Sphenomeria melleri (Hook.) C. Chr.	Pleridophyta	1932	Madagascar...	
Ahitrinpa	Sphenomeria melleri (Hook.) C. Chr.	Pleridophyta	1932	Madagascar...	
Tatrahely	Sphenomeria sp	Pleridophyta			
Andradakoty	Spiranthes bomella (L.) Murray	Pleridophyta	1774	Toamasina	985
Harivona vevy	Sporospermum peruliflorum Thouars	Merispermaceae			
Ahrombilahy	Sporobolus indicus (L.) R. Br.	Poaceae	1810	Antananarivo	1000
Ahlororanga	Sporobolus pyramidalis P. Beauv.	Poaceae	1816	Riv. Ampasimbe	800-1000
Aratangotra	Stenochloa tenuifolia (Desv.) Moore	Pleridophyta	1856	Andohahelo, Masoala	
Ahikipaka	Stenotaphrum secundatum (Walter) Kuntze	Poaceae	1891	? South Africa: Cape	
Hanoe voloina	Stenotaphrum secundatum (Walter) Kuntze	Poaceae	1891	? South Africa: Cape	
Tavolo malina	Sterculia tova Baill.	Thymelaeaceae	1847	Toam.: Mandraka (et Antanaravanantra)	0-10 (800)
Rangohetra	Sticherus flagellaris (Bory) H. St. John	Pleridophyta	1942	Mantadia, Manongarivo	1000-1200, 1100
Vahimbovolana	Strongylodon madagascariensis Baker	Fabaceae	1881	Perinet-Mantadia	975-1200
Vahimbovolonja (vdr.)	Strongylodon madagascariensis Baker	Fabaceae	1881	Perinet-Mantadia	975-1200
Odatro	Stychnopis thousaii Baill.	Merispermaceae	1885	Toam.: Ambarizana, Perinet-Mantadia	130, 900-1000
Vahimbovolonja	Stychnopis thousaii Baill.	Merispermaceae	1885	Toam.: Ambarizana, Perinet-Mantadia	130, 900-1000
Kijimena	Symphonia sp1	Cusciaceae	1939	Nosy Mangabe, Marojejy, Andringitra	0-330, 500-700, 810
Kij	Symphonia sp2	Cusciaceae			
Kijimarakely	Symphonia tananensis Jum. & H. Perrier	Cusciaceae	1913	Toam.: Ambarizana, Mantadia	110-280, 1020
Diana	Symphonia tananensis Jum. & H. Perrier	Cusciaceae	1913	Toam.: Ambarizana, Mantadia	110-280, 1020
Vazona	Symphonia tananensis Jum. & H. Perrier	Cusciaceae	1913	Toam.: Ambarizana, Mantadia	110-280, 1020
Talatsakaly	Symphonia tananensis Jum. & H. Perrier	Cusciaceae	1913	Toam.: Ambarizana, Mantadia	110-280, 1020
Kijmboavo	Symphonia verucosa (Hls. & Bojer ex Planch. & Triana) Benth. & Hook. f.	Cusciaceae		Perinet	900
Tovovoy	Tacca leontopetaloides (L.) Kunze	Taccaceae	1891	Ambila-Lemaitso, Ranomafana, Andohahelo	0-50, 600, 200-550
Tavolo hafina	Tacca leontopetaloides (L.) Kunze	Taccaceae	1891	Ambila-Lemaitso, Ranomafana, Andohahelo	0-50, 600, 200-550
Tacombily	Tacca leontopetaloides (L.) Kunze	Taccaceae	1891	Ambila-Lemaitso, Ranomafana, Andohahelo	0-50, 600, 200-550
Kabija	Tacca leontopetaloides (L.) Kunze	Taccaceae	1891	Ambila-Lemaitso, Ranomafana, Andohahelo	0-50, 600, 200-550
Ambora lahy	Tambourissa purpurea (Tul.) A. DC.	Moriniaceae	1868	Ambila-Lemaitso, Beforona, Ranomafana	2, 600, 1100
Ambosa vavaka	Tambourissa purpurea (Tul.) A. DC.	Moriniaceae	1868	Ambila-Lemaitso, Beforona, Ranomafana	2, 600, 1100
Ambora	Tambourissa sp	Moriniaceae			
Ambora vevy	Tambourissa trichophylla Baker	Moriniaceae	1883	Perinet-Mantadia	980-1100
Ambora voloina	Tambourissa trichophylla Baker	Moriniaceae	1883	Perinet-Mantadia	980-1100
Amborabe	Tambourissa trichophylla Baker	Moriniaceae	1883	Perinet-Mantadia	980-1100
Ambora faritry	Tambourissa trichophylla Baker	Moriniaceae	1883	Perinet-Mantadia	980-1100
Ambora faritry beravina	Tambourissa trichophylla Baker	Moriniaceae	1883	Perinet-Mantadia	980-1100
Hazarodonny	Tanmodia perrieri (Leandri) Radcl.-Sm.	Euphorbiaceae	1938	Mantadia	
Akavohely	Tarenna sp	Rubiaceae			
Tapokasa	Tarsonia vogelii Hook. f.	Fabaceae	1849	Carion	800-1000
Antavatrata madiravina	Terminalia sp	Combretaceae			
Atafarana	Terminalia tetrandra P. Danguy ex Lecomete	Combretaceae	1922	? forêt d'Antanaravanantra	
Vahimarana	Tetraera madagascariensis	Dilleniaceae	1833	Ambila-Lemaitso, Betampona, Marojejy	5, 275-650, 805
Hazompantana	Tetractis clusifolia Hiern	Ebenaceae	1873	? Lokobe	100
Titra	Thelypteris bergiana (Schidl.) Ching	Pleridophyta	1941	? Tanzania	
Tatapangapanganamato	Thelypteris bergiana (Schidl.) Ching	Pleridophyta	1941	? Tanzania	
Fanjana lahy	Thelypteris bergiana (Schidl.) Ching	Pleridophyta	1941	? Tanzania	
Titra	Thelypteris cruciata (Willd.) Tardieu	Pleridophyta	1954	?	
Titra fotsy	Thelypteris dentata	Pleridophyta	1936	Ranomafana, Ant.: Ambohitantany	900, 1200
Titra	Thelypteris multifrons (C. Chr.) Tardieu	Pleridophyta	1968	?	
Titra	Thelypteris proba (Willd.) Tardieu	Pleridophyta	1938	? Madagascar	
Titra lahy	Thelypteris sp	Pleridophyta			
Fanombo	Thysidium laurifolium Baker	Cappariaceae	1936	? Madagascar	
Famadabakana madiravina	Tina chapeletiana (Cambess.) Kalkman	Sapindaceae	1953	Marojejy	603
Ramendafy	Tina chapeletiana (Cambess.) Kalkman	Sapindaceae	1953	Perinet	1000
Ramendafy	Tina siccata Radcl.	Sapindaceae	1953	Perinet	1000
Ramendafy madiravina	Tina siccata Radcl.	Sapindaceae	1953	Perinet	1000
Vahimazana	Tiaonina coriacea Scott-Elliot	Flacourtiaceae	1891	Toam.: Nosy Mangabe, Ambatovy, Marojejy	0-330, 1000, 805-1000
Hodivoy	Tiaonina coriacea Scott-Elliot	Flacourtiaceae	1891	Toam.: Nosy Mangabe, Ambatovy, Marojejy	0-330, 1000, 805-1000
Dipaty	Traculia sp	Moraceae			
Vakoka	Trema orientalis (L.) Blume	Ulmaceae	1856	Betampona, Ranomafana	275-650, 950-1150
Andraozina	Trema orientalis (L.) Blume	Ulmaceae	1856	Betampona, Ranomafana	275-650, 950-1150
Talatsakale	Trichalyxia sp	Rubiaceae			
Kafata	Trichalyxia sp	Rubiaceae			
Tsiraminany	Trichilia sp	Malvaceae			
Bozaka	Trichopteryx dregeana Nees ex Lindl.	Poaceae	1836	? Madagascar	
Famafa	Trichopteryx dregeana Nees ex Lindl.	Poaceae	1836	? Madagascar	
Vilona	Trichopteryx dregeana Nees ex Lindl.	Poaceae	1836	? Madagascar	
Vila	Trichopteryx dregeana Nees ex Lindl.	Poaceae	1836	? Madagascar	
Ahrombilahely	Tridax procumbens L.	Asteraceae	1753	? Malhalona, Toliana: Beza Mahafaly	0-5, ?
Hovoa levariana	Trilepisium madagascariense Thouars ex DC.	Moraceae	1825	Perinet	980
Dipaty fotsy	Trilepisium madagascariense Thouars ex DC.	Moraceae	1825	Perinet	980
Hovoa beravina	Trilepisium madagascariense Thouars ex DC.	Moraceae	1825	Perinet	980
Dipaty	Trilepisium madagascariense Thouars ex DC.	Moraceae	1825	Perinet	980
Voadroka	Tristemma virusarum Juss.	Melastomataceae	1789	Brickaville, Marojejy, Mandraka	0-100, 700, 1200
Voadroka madiravina	Tristemma virusarum Juss.	Melastomataceae	1789	Brickaville, Marojejy, Mandraka	0-100, 700, 1200
Voadroka beravina	Tristemma virusarum Juss.	Melastomataceae	1789	Brickaville, Marojejy, Mandraka	0-100, 700, 1200
Pampana	Triumfetta pilosa Roth	Tiliaceae	1821	Andohahelo, Andringitra, Mandraka	470, 720, 1200
	Triumfetta rhomboidea Jacq.	Tiliaceae	1780	Nosy Mangabe, Tsimbazaza	0, 1300
Vaspekia mena	Uapaca kowlii Denis	Euphorbiaceae	1927	Ambila-Lemaitso, Ranomafana, Marojejy	0-50, 860, 920-1672
Pampana	Uapaca Roussii Baill.	Euphorbiaceae	1858	Ambila-Lemaitso, Marojejy	5, 682-805
Besofina	Urena lobata L.	Malvaceae	1753	Andohahelo	
Anpy	Urena acuminata (Poir.) Gaudich. ex Decne.	Urticaceae	1834	Toam.: Ambarizana, Perinet-Mantadia	2, 980-1040
Vahimbondrovo vevy	Ueria acuminata Oliv.	Antnaceae	1868	? Tanzania	
Vahimbondrovo vevy	Ueria sp	Antnaceae			
Voadromaitra	Vaccinium antinense Hook.	Ericaceae	1837	Mantadia	980
Hazontrimpa ala	Vaccinium sp	Ericaceae			
Angodiasotra	Vepris sp	Rutaceae			
Tongontany	Verbena brasiliensis Vell.	Verbenaceae	1825	? Amérique N et S!	
Hazoporetika lahy	Verbena brasiliensis Vell.	Verbenaceae	1825	? Amérique N et S!	
Besaty	Vernonia appendiculata Less.	Asteraceae	1831	Ranomafana, Riv. Ampasimbe	880-1100, 800-1000
Antabaty	Vernonia appendiculata Less.	Asteraceae	1831	Ranomafana, Riv. Ampasimbe	880-1100, 800-1000
Hazoporetika	Vernonia chapleri Drake	Asteraceae	1839	Marojejy	700-1100

Tsingadibady	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Asteraceae	1829	Brickaville	100
Kelthomandra	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Asteraceae	1829	Brickaville	100
Mevavokina	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Asteraceae	1829	Brickaville	100
Ranzibiry	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Asteraceae	1829	Brickaville	100
Fotsinadika	<i>Vernonia garnieriana</i> Kott	Asteraceae	1871	Ranomafana	800-1150
Ravotibemanana	<i>Vernonia garnieriana</i> Kott	Asteraceae	1871	Ranomafana	800-1150
	<i>Vernonia</i> sp	Asteraceae			
Dongavevona	<i>Viscum</i> sp	Loranthaceae			
Befaisianena	<i>Vitex hirsutissima</i> Baker	Verbenaceae	1892	Toam.: Ambarikana	130-300
Lalona mena	<i>Weinmannia bojeriana</i> Tul.	Cunoniaceae	1857	Perinet	850-1000
Lalona beravina	<i>Weinmannia bojeriana</i> Tul.	Cunoniaceae	1857	Perinet	800-1000
Laloniakisa	<i>Weinmannia humboldti</i> Baill.	Cunoniaceae	1885	Perinet	800-1000
Tockia	<i>Weinmannia humboldti</i> Baill.	Cunoniaceae	1884	Perinet	
Hritsika	<i>Weinmannia rutenbergii</i> Engl.	Cunoniaceae	1880	Ranomafana, Perinet	600-1200, 800-1000
Lalona	<i>Weinmannia rutenbergii</i> Engl.	Cunoniaceae	1890	Ranomafana, Perinet	600-1200, 800-1000
Lalona volona	<i>Weinmannia rutenbergii</i> Engl.	Cunoniaceae	1890	Ranomafana, Perinet	600-1200, 800-1000
Hazoombondrasaraka	<i>Xylocia bazifolia</i> Baill.	Annonaceae	1864	Beforona, Zaharana	400, 700
Hazoombondrakay	<i>Xylocia leucosa</i> Diels	Annonaceae	1925	Toam.: Ambatovy, Madagascar orientalis: Beforona,	700
Hazoombo	<i>Xylocia leucica</i> Diels	Annonaceae	1925	?, Madagascar centralis: "Fotsimavo." Analamazotra, in silva,	800 m s. m., m. Febr. 1912
Tsharimposa, Tsianimposa	<i>Zanthoxylum madagascariense</i> Baker	Rutaceae	1889	Betampona, Andringitra, Ranomafana	500, 800, 800-1100
	<i>Zehneria penezana</i> (Naudin) Schweinf. & Aech.	Cucurbitaceae	1887	? Tanzania	
Sakarivo	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	1807	Am. Sud	

M U L V A - 5 Vers. 1.04

 *** OPEN 25.09.97 ***

STARTING NEW PROCESSING SESSION

SPECIFY FILE TO OPEN
 (default name is "origm5")
 origm5

 | DATA SET NO.: 1 RELEVES: 252 ATTRIBUTES: 463 |
 | Import from file sites7.txt |
generated by IMPORT

(...)

 *** COMP 27.04.94 ***

MAXIMUM SIZE FOR RESEMBLANCE MATRIX IS 600
 MAXIMUM NUMBER OF SCORES IS 1000

 | DATA SET NO.: 1 RELEVES: 252 ATTRIBUTES: 463 |
 | Import from file sites7.txt |
generated by IMPORT

----- RESEMBLANCE MATRICES AVAILABLE -----

RELEVES:

OPTION NO.	SOURCE	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	2/3	11	252

ATTRIBUTES:

OPTION NO.	SOURCE	TRANSFORM. OPT.NO.:	RESEMBLANCE OPT.NO.:	DIMENSIONS
31.1	RESE	3/2	21	463

SPECIFY RESEMBLANCE OPTION TO BE USED

"Rnn.n" FOR RELEVES, "Snn.n" FOR ATTRIBUTES (default=R31.1):

R311

OPT1: PCA, COEFFICIENTS NORMALIZED (default)

OPT2: ADJUSTMENTS FOR PCAD ARE PERFORMED

OPT3: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, NORMAL METHOD)

OPT4: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, HIGH WEIGHT TO RARE ATTRIBUTES)

OPT5: CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA, HIGH WEIGHT TO COMMON ATTRIBUTES)

OPT6: PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS (PCOA)

TYPE OPT:

3

--- ALGORITHM IS CORRESPONDENCE ANALYSIS

--- (METHOD NO. 3)

...waiting...

EIGENVALUES:

0.547E+00 0.263E+00 0.239E+00 0.219E+00 0.190E+00 0.171E+00 0.163E+00
0.152E+00

(AOCL)

...eigenanalysis...

EIGENVALUES:

.53727E+00 .34106E+00 .20031E+00 .16334E+00 .13058E+00 .11607E+00 .98156E-01
.80890E-01 .75384E-01 .62142E-01
.52938E-01 .46767E-01 .41532E-01 .35368E-01 .32267E-01 .26355E-01 .19020E-01
.15863E-01 .12286E-01

PERCENTAGES:

	25.74	16.34	9.60	7.82	6.26	5.56	4.70
3.87	3.61	2.98					
	2.54	2.24	1.99	1.69	1.55	1.26	0.91
0.76	0.59						

CANONICAL CORRELATIONS:

0.73298	0.58400	0.44756	0.40415	0.36136	0.34069
0.31330	0.28441	0.27456	0.24928	0.23008	0.21626
0.20379	0.18806	0.17963	0.16234	0.13791	0.12595
0.11084					

CHI SQUARE= 17228.885

MEAN SQUARE CONTINGENCY COEFF.= 0.110

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Ressources	Nombre de citations		
(42 ménages, plusieurs citations possibles selon les espaces)			
bananiers	44 mandarines	6 Pêcher	2
Dingadingana	42 Oviala	6 Petsay	2
Harongana	42 pâturage	6 Pistachehazo	2
caféiers	41 Fandramanana	5 Pitsikahetra	2
Eucalyptus	38 Kitay	5 Poivre	2
canne à sucre	37 Miel	5 Saranto	2
Taro	36 Nanto	5 Takoaka	2
avocatiers	35 pamplemoussier	5 Tavolo	2
manioc	34 Rotra	5 Tephrosia	2
bambous	31 Tsaramaso	5 Tsora	2
raphias	31 Voapaka	5 Valanirana	2
Albizia	29 Anana	4 Viha	2
Hirihitsika	27 Grewillea	4 Vilona	2
litchis	25 Hazoanafo	4 Voara	2
Herana	24 Isatra	4 Voasary makirana	2
ananas	23 Maïs	4 Zahana	2
Harefo	23 Malambovony	4 Amparimamy	1
Ampalibe	21 Molanga	4 Ampody	1
orangers (Voas.)	21 Ovitra	4 Anana be	1
Tenina	21 Sompatra	4 Andembevy (Mangidy?)	1
Bibassier	19 Voamboana	4 Angiviredaka	1
Gavo	19 Ahipisaka	3 Angivy maranitra	1
patates douces	17 Ecrevisses (Orana)	3 Anivona	1
Fontsy	16 Hazomanitra	3 Antsidy	1
Lady	15 Jona	3 Balekamena	1
Dipaty	14 Kijy	3 "chaussettes"	1
Anamamy	13 Radriaka	3 chou	1
pins	13 Ramy	3 Cola	1
Voangy	13 Toho	3 Ditevazaha	1
pomme-cannelle	12 Tsontsoraka	3 Ditimena	1
Vahimintina	12 Vahifotsy	3 Diventy	1
Vahizato	12 Vahinofkarana	3 Famafa	1
anguilles	10 Vahy	3 Famelona	1
Bosaka	10 Vangaka	3 Fanalo	1
Foza	10 Varika	3 Fatraina (TG)	1
Hafotra	10 Vendra	3 Fotsiavadika	1
Trandraka	10 Voantsilana	3 giroflier	1
Tsitrotroka	10 Ambora	2 Hafobala	1
Longoza	9 Angadoha	2 Hazomainty (mintina)	1
Mankaranana	9 Ato	2 Hazombary	1
Jaty	8 cerises (?)	2 Hazonavohay	1
Menahy	8 cocotiers	2 Horana	1
Merana	8 Fatakana	2 Kakazo	1
Tsiandrova	8 Ferontany	2 Keliomandra	1
gingembre	7 Garana	2 Kifafa	1
piments	7 Gavontsina	2 Kitrana	1
Vakoana	7 Hazoambo	2 Kola"noma"nga	1
Vakoka	7 Hôfa	2 Lambo	1
Varongy	7 Jamborjano	2 lémuriens	1
Volomborona	7 Kofafa	2 Mafy vena	1
Angivy	6 Mahabanky	2 Mahamby	1
Hazondrano	6 Makuba	2 Malemiravina	1
Jojoro	6 Odiandro	2 Mandotra	1
Lalona	6 Oditrovy	2 manguier	1

Ressources	N citations
Manitranefitra	1 Ressources citées hors enquêtes:
Marony (Dity)	1 maison
Marovony	1 pisciculture
Mazambody (Somp att.)	1 Anandrano (Tsingita)
Mombafoana	1 apiculture
oiseaux	1 Fanambarana
Or	1 fleurs
Ovy (be)	1 Fotsy vody
papayer	1 Gavobe
Patsa	1 Vahimazana
Pierres	1 Voanjo
Rado(a)ka	1
Rambiazina	1
Ramboka (gén)	1
Sakarivo azo	1
Sakondry (ins.)	1
Sefana	1
Seva	1
Sira	1
Soanambo	1
Sovoka	1
tabac	1
Takasimboalavo	1
Tamotamo	1
Tendrofony	1
Todingana	1
Tongoloravina	1
Tsararanonandrana	1
Tsidimy	1
Tsihanimboana	1
Tsioraka*	1
Tsivakihoditra	1
Vahimainty	1
Vahimatefo	1
Vahinana	1
Vahivohena	1
Vanille	1
Vankarabo	1
Vato	1
Voanjobory	1
Voanjolava	1
Voararano	1
Voaseva	1
Voatavo	1
Voatrotroka	1
Vorovoka	1
Zanafotsy	1

Nantodjanga	Fruits mûrs contre la rage			
Noroka	Plais et tumbou		Laier ou feuilles	
Noroka	Variço, indigo		Feuilles	
Otiandro	Chanda, pericome		Feuilles le mardi pour la douleur du bébé, contre les accidents (dans case)	
Otanondohy	Feuilles		Feuilles	
Pampiry	Vièvre		Bouillir	
Pécher	Maux de dent		Piler les feuilles et ajouter de l'eau froide	
Pelamifotra	Plais		Piler, ajouter piment et sel	
Pelamifotra	Maladie vénérienne		Broyer	
Pelamifotra	Maladie vénérienne		Bouillir	
Radoka	Plais		Broyer	
Radoka	Enième esprits		Broyer	
Radriaka	Plais			
Radriaka	Hypertension			
Ramajavona	Pailu, ventre, nausée, vers, courbatures		Bouillir	
Ramastato	Ody, masy		Bouillir la racine et boire	
Ramirina	Albumine		Se trancher le bras?	
Ramirina	Pour la toloha ombi			
Ramirina	Blessure, plaie			
Ramirina	Trombe			
Ramirina	Somifika		Mastiquer, piler et extraire le jus	
Rangazaha	Piqure insectes			
Rangazaha	Dysurie, problème d'urine			
Rangotriana	Avant et après accouchement			
Rangovanany	Fièvre, plaie			
Rara	Fièvre, plaie			
Ravimbolo	Fongit		Bouillir	
Ravimbolo	Albumine, prostate		Bouillir et boire	
Ravimbolo	Anti-hémorragique		Avec very ammanena	
Ravimbolo	Plaie			
Ravimbolo	Blessure par cette plante			
Ravimbolo	Diabète		Frotter	
Ravimbolo	Dysentrie		Triter	
Ravimbolo	Après accouchement		Triter	
Ravimbolo	Fièvre jaune		Bouillir	
Ravimbolo	Vièvre		Bouillir et boire	
Ravimbolo	Anti-froid et prospérité			
Ravimbolo	Plaie			
Ravimbolo	Dents			
Ravimbolo	Dents			
Ravimbolo	Vers, huile pour massage			
Ravimbolo	Toux			
Ravimbolo	Dents			
Ravimbolo	Plaie			
Ravimbolo	Vièvre			
Ravimbolo	Poison			
Ravimbolo	Toux			
Ravimbolo	Diarrhée			
Ravimbolo	Plaie, ventre			
Ravimbolo	Télenos			
Ravimbolo	Cocculuche			
Ravimbolo	Diarrhée			
Ravimbolo	Vièvre			
Ravimbolo	Gale, luronde			
Ravimbolo	Vièvre, maladie vénérienne			
Ravimbolo	Allergies, plaies			
Ravimbolo	Maux de tête			
Ravimbolo	Rubéole (bonifony)			
Ravimbolo	Vièvre			
Ravimbolo	Après accouchement			
Ravimbolo	Insépticide pour			
Ravimbolo	Blessure (coquilant)			
Ravimbolo	Hémorroïdes			
Ravimbolo	Anti-poison scorpion, porte-bonheur			
Ravimbolo	Hémorroïdes			
Ravimbolo	Gerçures entre les doigts de pied			
Ravimbolo	Après accouchement			
Ravimbolo	Prostate			
Ravimbolo	Maladie vénérienne			
Ravimbolo	Plaie, nausées			

Fatrina (=Rabosa (gras arbre), Merahy, Tranzont Fecandry (Mberantany)	Après accouchement, froid, rougeole	Écorce	Bouillir et boire
Ferany (fab)	Fibres	Tiges et feuilles	Bouillir
Ferany	Ventre (mesin)	Feuilles	Bouillir et boire
Fosivavida	Vers	Fruits	Couper le fruit (grain) en petit morceau puis bouillir avec de l'eau
Fosivavida(kakazo)	Reins, courbatures	Feuilles	Bouillir et boire
Fosivavida(kakazo)	Estomac, pelli	Feuilles	Bouillir et boire
Fonivotomankoko (=vieux cuir longtampa)	Protection (riz)	Feuilles	Bouillir et boire
Gerana	Pièle	Feuilles	Broyer et mettre sur la pièle
Gavo (=be, rinarahy)	Ventre (mesin)	Feuilles	Piler et faire bouillir
Girofle	Après accouchement	Écorce et feuilles	Bouillir et boire
Harahira	Courbatures	Feuilles	Bouillir
Harongiana	Pièle	Feuilles	Bouillir dans l'eau
Harongianshy	Gale	Feuilles	Bouillir dans l'eau
Hashina	Tonus vital	Feuilles	Dans l'eau pendant 5-10mn. si possible avec une pièce d'argent puis boire
Hasina	Trombes, porte-bonheur	6 ou 12 feuilles terminales, en hais ou à coté du portail, à l'est de la case (andohamandry), plantés au savy pour que le riz pousse bien	
Hazambo	Riz		
Hazambo	Arbre sacré et contre feigues		
Hazomafana	Défendu	Supports avec tiges et feuilles pour tisane de brûler ou mettre dans la maison (sculptures oui, mais pas construction)	
Hazomantira	Maux de tête	Tige, écorce	Gratter la lige ou le tronc et mettre sur le front
Hazombary	Reins	Feuilles	Bouillir et boire
Hazombary	Verrucelle (kivotro)	Feuilles	Bouillir et boire
Hazomprelika	Pièle	Feuilles	Broyer et mettre sur la pièle
Hazondano	Alipiaska	Feuille	Faire bouillir avec Telapetraka
Hazotokana	Maladie vénérienne, reins	Feuilles (tige)	Bouillir et boire
Hazotimpa	Peste subonique	Resine(poison), dragoons.	
Hodisia	Après accouchement	Écorce	
Kafe avec ouf	Calium		Faire bouillir dans l'eau
Kafela	Ventre		
Kabatsa	phies sur phalanges	Feuilles	Placer sur les phalanges
Karambo	Huile cheveux	Fruits	Extraire l'huile des fruits
Kasaka (barbe maïs)	Prostate	Feuilles	Bouillon
Kelohomandra	Prise et maladie des yeux	Feuilles	Broyer et mettre sur la pièle
Kols	Fatigue	Fruit	machier
Lelanomby	Paili		
Lendamy	Parotite		Bouillie
Lendamy	Maladie vénérienne		
Lendamy vavy	Prostate		Bouillir et boire
Letchi	Diambré	Feuilles	
Longza	Toux, grippe	Fruits	
Longza	Maladie des yeux	Tiges	
Loviansahona	Maladie des yeux		
Loviansahona	Après accouchement	Nettoyage	Bouillir
Maasa lancolala	Libère des sorts		Metre sous le toit et le lit
Maianando	Pipi au lit		
Maianandora	Parotite	Feuilles	Bouillir et boire
Maikoba	Diambré		
Maianchavana	Maladie vénérienne (Fecandry)	Feuilles	
Maianchitra	Protection		
Manahasy	Chance, santé		
Manassa	Ventre, toux	8 ou 12 feuilles	Bouillir et boire
Manassy	Santé	Sempy	Bouillir, boire
Manassy	Maladie vénérienne, ventre	Feuilles	Douche sèche faite
Manassy	Maladie vénérienne, omifera		Bouillir et boire
Manahivava	Fièvre jaune	Inférieur de l'écorce	
Manga	Diambré	Jus	Bouillon
Mangazao	Utilité dans joro	Tige	
Mankarama	Santé	Tige	Gratter, bouillir et boire
Mankarama	Maux de dent		
Mankarama	Maladie vénérienne	Feuilles	Bouillir et boire
Mankarama fofoira	Ventre	Estomac	Bouillir et boire
Manampolotra		Écorce	
Mazambody	Froid, rougeole		
Menahily	Utilité dans joro		
Merampelona	Baba pour mancher		
Mikambahy	Facile accouchement		
Molanga	Utilité pour les offrandes		
Montarama fofoira	Facile accouchement		
Mosa	Morsure d'aimiska		
Mosis			

