

# **L'ALIMENTATION DES POPULATIONS LOCALES DE MADAGASCAR PRODUCTRICES DE VERS À SOIE**

**FANNY BARSICS**

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE  
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

**ANNÉE ACADEMIQUE 2009-2010**

**PROMOTEURS : ÉRIC HAUBRUGE, FRANCOIS VERHEGGEN**

*Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et du doyen de Gembloux Agro Bio-Tech.*

*Le présent document n'engage que son auteur.*

# **L'ALIMENTATION DES POPULATIONS LOCALES DE MADAGASCAR PRODUCTRICES DE VERS À SOIE**

**FANNY BARSICS**

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE  
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

**ANNÉE ACADEMIQUE 2009-2010**

**PROMOTEURS : ÉRIC HAUBRUGE, FRANCOIS VERHEGGEN**

*Mes premiers remerciements vont aux différents acteurs du projet Gevabo en Belgique et à Madagascar.*

*Un grand merci aux Unités de recherche de Gembloux Agro Bio-Tech qui ont participé à l'encadrement et aux analyses : l'Unité d'Entomologie fonctionnelle et Evolutive, l'Unité de Chimie Analytique, et l'Unité de Chimie Biologique et Industrielle.*

*Merci à toute l'équipe de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo*

*Merci à mes promoteurs, Eric Haubrige et François Verheggen, pour m'avoir permis de participer à ce projet si enrichissant.*

*Merci à Monsieur Malaisse pour ses nombreux conseils, à Monsieur Lognay, Monsieur Wathelet B. et leurs équipes pour avoir pris la relève dès mon retour en Belgique.*

*Le voyage réalisé dans le cadre du présent travail a été rendu possible grâce à l'intervention financière du Conseil interuniversitaire de la Communauté française de Belgique - Commission universitaire pour le Développement - Rue de Namur, 72-74, 1000 Bruxelles - [www.cud.be](http://www.cud.be)*

*Un remerciement chaleureux à Tsiresy Maminaina Razafimanantsoa, qui a donné tellement de son temps et de son expérience afin de me former au travail sur le terrain. Sans elle, rien n'aurait été possible ; les nuits d'inventaire auraient été beaucoup trop solitaires et les chorégraphies beaucoup moins drôles.*

*Du fond du cœur, je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenue tout au long de ce mémoire.*

*Mes parents, Joseph et Viviane, ma sœur Catherine pour leur dévouement, leurs conseils, leur compréhension et leur relecture. Merci à Mamy pour sa sagesse, et à Nonno pour sa fierté.*

*Merci à toute ma famille et à mes amis pour avoir été à mes côtés tout au long de mes études.*

*Merci à Kevin pour sa présence et son soutien.*

*Merci à Patricia, Totorayelli, Nasolo, Vohary, Mili, Phil, et à tous les enfants. Votre accueil et votre générosité sont inoubliables.*

*Florence et Leslie, je vous remercie pour votre motivation, vos blagues, vos idées, votre esprit d'équipe, et pour tous les moments passés ensemble à rire et à se soutenir.*

*Enfin, merci à Madagascar pour avoir dévoilé les secrets de sa nature : les papillons grands comme la main et leurs couleurs, les forêts de tapia et leurs odeurs, la terre, la pluie, le ciel nocturne, les geckos, les caméléons, les chouettes, les martins pêcheurs, et une mention spéciale pour les guêpes et les puces.*

## AVANT-PROPOS

Ce mémoire est la contribution au projet Gevabo à Madagascar d'un des membres d'une équipe de recherche composée de trois étudiantes belges et d'une doctorante malgache. Cette équipe a subi un accident de jeep pendant un transfert entre sites d'inventaire sur des pistes difficilement praticables en raison des pluies. Bien que les dommages corporels n'aient pas entraîné des conséquences gravissimes, les quatre mois de travail initialement prévus pour la recherche et le travail de terrain ont été réduits. De plus, la date de l'accident combinée aux périodes de convalescence et à la recherche de nouveaux sites plus accessibles et compatibles avec les besoins généraux de la recherche, ont empêché l'observation de la période d'émergence des imagos du Lasiocampidae *Borocera cajani* Vinson, papillon nocturne séricigène au centre du projet. Puisque les inventaires nocturnes par piégeage lumineux n'avaient pas permis d'observer les individus recherchés avant l'accident, et au vu des faibles chances d'en observer à nouveau lors de la reprise des recherches, ce mémoire a fait l'objet d'une réorientation. Ainsi, différents aspects du projet sont abordés ici (inventaires nocturnes et consommation de produits sauvages), et ce non pas parce qu'il en a été décidé de la sorte, mais pour les raisons évoquées ci-dessus.

## RÉSUMÉ

Sur les Hautes-Terres malgaches, les forêts de tapia (*Uapaca bojeri* Baillon – Euphorbiaceae) abritent des papillons séricigènes de plusieurs espèces du genre *Borocera*. (Lépidoptères : Lasiocampidae), les *landibe*. Cette ressource prisée pour la soie qu'elle produit et ses chrysalides comestibles décline sous l'effet de son exploitation et des pressions subies par l'écosystème qu'elle habite. Le présent mémoire s'inscrit dans le projet Gevabo (Gestion et valorisation durable du ver à soie endémique *Borocera cajani*). Fruit d'une coopération universitaire belge francophone, il étudie les possibilités d'augmentation des populations de *landibe* dans la commune d'Arivonimamo. A travers de multiples approches, telles que l'entomologie, la conservation de la nature, l'économie rurale et la socio-anthropologie, des solutions pour une meilleure gestion de cette ressource et de son écosystème sont envisagées.

Dans un premier temps, un protocole d'inventaire au moyen d'un piège nocturne lumineux a été établi, dans le but de déterminer l'impact des modes de gestion forestière locaux sur les populations de *landibe*. Dans un second temps, les produits sauvages comestibles abrités par les forêts de tapia ont été étudiés au moyen d'enquêtes auprès de la population locale. Les insectes, les araignées, les champignons et les plantes (fruits et autres parties anatomiques) consommés ont été décrits selon les caractères suivants : période de récolte, mœurs de consommation, modes de préparation, pratiques commerciales et état de la ressource. La détermination des profils en acides gras et en acides aminés a été entreprise sur des produits récoltés afin de définir leur apport alimentaire dans le régime des populations qui en dépendent.

Au cours des inventaires nocturnes, le *landibe* n'a pas pu être observé, malgré la coïncidence des observations avec sa période d'émergence. Nos enquêtes ont permis la découverte et la description de beaucoup de ressources sauvages comestibles, soit treize ethnoespèces d'insectes (dont cinq de Lépidoptères), vingt-cinq de champignons, une d'araignée et onze de plantes. L'analyse du profil alimentaire de l'araignée, de deux chenilles ainsi que de quatre champignons a permis de comparer ces ressources au riz, aliment de base local. Beaucoup de ces ressources sont commercialisées. Ainsi, nos recherches permettent d'établir des pistes alimentaires prometteuses dans le cadre du projet Gevabo, sur base des connaissances acquises sur le terrain et grâce à nos analyses de laboratoire.

**Mots-clés :** *Borocera*, projet Gevabo, forêts de tapia, soie, produits sauvages comestibles, apports alimentaires.

## ABSTRACT

On the Malagasy High-Lands, the tapia forests (*Uapaca bojeri* Baillon – Euphorbiaceae) shelter wild silk moths of the genus *Borocera* (Lepidoptera : Lasiocampidae), the *landibe*. Besides the silk it produces, the *landibe* also provides food as local populations often eat the chrysalis. The resource is depressed, because of the numerous human and environmental pressures under which it is, as the tapia forests recede. The present research takes part in the Gevabo project (Management and development of the endemic silk moth *Borocera cajani*). Resulting from a French-speaking Belgian university cooperation, this project is aimed at evaluating the opportunities that could lead to the increase of the *landibe* populations. At the crossroads of multiple disciplines such as entomology, environment conservation, rural economy and socio-anthropology, solving strategies for a better management of the resource and its ecosystem are considered.

On the one hand, an inventory protocol involving a night light trap was established in purpose to determine the degree of impact of the local forests management on the *landibe* populations. On the other hand, wild edible products from the tapia forests were studied by interviewing local villagers. Eaten insects, spiders, mushrooms and plants (fruit and other anatomic parts) were described according to the following characteristics : harvest, consumption habits, cooking modes, commercial practices and state of the resource in the surroundings. The establishment of amino acids and fatty acids profiles was undertaken on several resources in purpose to define their contribution in the local usual food diet.

During the inventory sessions, the *landibe* did not appear in spite of our presence on the field at the right time. Our investigations allowed the discovery of many wild edible resources, or ethnospices : thirteen insects (five of which belong to the Lepidoptera order), one spider, twenty-five mushrooms and eleven plants. The alimentary profile analysis of the spider, two caterpillars, as well as four dried mushrooms allowed comparing them to rice, basic crop of the research area. Many of those resources are commercialised. Thus, we can provide clear guidelines for further investigations to lead within the project, based on the information we gathered concerning wild edible resources.

**Key-words :** *Borocera*, Gevabo projet, tapia forets, silk, wild edible products, dietary contributions.

## TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION .....	1
I.1. LES RICHESSES DE MADAGASCAR : ENJEUX, INQUIÉTUDES ET ACTIONS.....	1
I.1.1. Madagascar : état des lieux, réalités humaines et environnementales .....	1
I.1.2. Quelques éléments importants de la gestion du territoire malgache .....	2
I.1.2.1. Le plan d'action environnemental (PAE) .....	2
I.1.2.2. La loi Gelose – Gestion Locale Sécurisée .....	2
I.1.2.3. Fonctionnement de la loi Gelose au niveau local .....	3
I.2. LE LANDIBE ET LA PRODUCTION DE SOIE A MADAGASCAR .....	3
I.3. LE PROJET GEVABO .....	4
II. LES PRODUITS SAUVAGES COMESTIBLES : ENTOMOPHAGIE, PHYTOPHAGIE ET MYCOPHAGIE .....	5
II.1. L'ENTOMOPHAGIE À MADAGASCAR .....	5
II.2. PHYTOPHAGIE ET MYCOPHAGIE : DES MŒURS PARENTES À L'ENTOMOPHAGIE .....	7
II.3. LA COMPOSITION ALIMENTAIRE DES PRODUITS SAUVAGES COMESTIBLES.....	7
II.3.1. Quelques exemples de produits sauvages consommés et de leur composition alimentaire .....	7
II.3.2. Les indices alimentaires qui permettent de caractériser une ressource et de la comparer à d'autres .....	8
II.3.2.1. Index chimique – évaluation de la qualité protéique d'un aliment .....	8
II.3.2.2. Evaluation de la qualité lipidique d'un aliment .....	10
III. LA COMMUNICATION AVEC LES POPULATIONS RURALES : DES RÉALITÉS DE TERRAIN PARTICULIÈRES À MADAGASCAR.....	11
III.1. QUELQUES RÉALITÉS DE TERRAIN IMPORTANTES À CONNAÎTRE....	11
III.2. L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES AU COURS D'ENQUÊTES .....	12
IV. CADRE DE L'ÉTUDE ET ÉTAT DES CONNAISSANCES CONCERNANT LA PROBLÉMATIQUE .....	13
IV.1. ZONE D'ÉTUDE : DESCRIPTION ET DONNÉES CLIMATIQUES.....	13
IV.2. LANGUES ET DIALECTES PARLÉS DANS LA ZONE D'ÉTUDE .....	16

IV.3. DESCRIPTION DE L'ECOSYSTÈME CONCERNÉ : LES FORÊTS DE TAPIA, UTILITÉS ET MENACES .....	16
IV.4. LE LANDIBE : DESCRIPTION, CYCLE BIOLOGIQUE ET UTILISATIONS	18
IV.4.1. Le landibe – espèces concernées et connaissances des villageois.....	18
IV.4.2. Cycle biologique, plantes hôtes, et ennemis du landibe .....	19
IV.4.3. Le landibe et les autres fils employés pour le tissage.....	21
IV.4.4. L'exploitation de la soie de landibe : l'élevage traditionnel en extérieur.....	21
IV.4.5. L'action des VOI pour la sauvegarde du landibe .....	22
V. PRINCIPE DU PIÉGEAGE LUMINEUX : TECHNIQUE ET VARIABLES INFLUENTES	22
VI. OBJECTIFS POURSUIVIS DANS LE CADRE DE CE MÉMOIRE ET HYPOTHÈSES RELATIVES .....	23
VI.1. OBJECTIFS .....	23
VI.2. HYPOTHÈSES .....	25
VII. LES INVENTAIRES NOCTURNES : ÉTUDE DES POPULATIONS DE LANDIBE DANS DEUX SITES D'ÉTUDE A GESTION DIFFÉRENCIÉE – MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	26
VII.1. SITES CHOISIS ET NOMBRE D'INVENTAIRES EFFECTUÉS.....	26
VII.2. PROTOCOLE D'INVENTAIRE : CONTRAINTES, HORAIRES, MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	26
VII.2.1. Prise en compte des variables influentes .....	26
VII.2.2. Description du protocole d'inventaire .....	27
VII.2.3. Description du piège utilisé et de ses dépendances .....	28
VII.2.3.1. Dispositif d'attraction lumineuse .....	28
VII.2.3.2. Méthode de comptage : utilisation de « cubes de comptage ».....	29
VII.3. FICHES D'INVENTAIRE ET ESPÈCES INVENTORIÉES .....	30
VIII. LES ENQUÊTES AUPRÈS DES VILLAGEOIS : PROGRAMME ET MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE.....	30
VIII.1. DÉMARCHE GÉNÉRALE : PROGRAMME ET QUESTIONNAIRE .....	31
VIII.1.1. Lieux des enquêtes et personnes interrogées .....	31
VIII.1.2. Questionnaire employé lors des enquêtes.....	31
VIII.1.3. Les marchés d'Arivonimamo et d'Anosibe .....	32
VIII.2. BILAN DES DIFFICULTÉS MÉTHODOLOGIQUES PEU APPARENTES LIÉES AUX TERRAINS MALGACHES .....	32
IX. MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ANALYSE DU CONTENU EN ACIDES AMINÉS ET EN ACIDES GRAS DES ESPÈCES COMESTIBLES DE LA FORÊT DE TAPIA .....	33
IX.1. PRÉPARATION DU MATÉRIEL BIOLOGIQUE POUR LES ANALYSES....	34

IX.2. DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE, EXTRACTION, IDENTIFICATION ET PROPORTION DES ACIDES GRAS (AG) DANS LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS	34
IX.2.1. Extraction par la méthode de Folch (1957) .....	34
IX.2.2. Dosage des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) capillaire.....	35
IX.3. DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL ET DES PROTÉINES BRUTES, EXTRACTION, IDENTIFICATION ET PROPORTION DES ACIDES AMINÉS (AA) PRÉSENTS DANS LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS.....	37
IX.3.1. Dosage de l'azote total et des protéines brutes par la méthode Kjeldhal .....	37
IX.3.2. Dosage des acides aminés libres et totaux .....	39
IX.3.3. Dosage des acides aminés soufrés .....	40
IX.3.4. Dosage du tryptophane .....	41
X. RÉSULTATS DES DIFFÉRENTES PHASES DE TRAVAIL ET INTERPRÉTATIONS .....	42
X.1. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS DES DONNÉES RÉCOLTÉES DURANT LES INVENTAIRES NOCTURNES .....	42
X.2. RÉSULTATS DES ENQUÊTES : DESCRIPTION DES PRODUITS CONSOMMÉS PROVENANT DES FORÊTS DE TAPIA.....	43
X.2.1. Remarques générales.....	43
X.2.1.1. Déroulement des enquêtes : relevé de quelques faits intéressants à mentionner.....	43
X.2.1.2. Les quantités évoquées : définitions préalables .....	44
X.2.1.3. Schémas de réponse souvent rencontrés .....	44
X.2.2. Entomophagie.....	45
X.2.2.1. Lépidoptères.....	45
X.2.2.2. Autres insectes .....	52
X.2.3. Arachnophagie .....	53
X.2.4. Mycophagie .....	54
X.2.5. Phytophagie .....	56
X.2.6. Visite des marchés.....	57
X.3. RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES RÉALISÉES SUR LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS .....	58
X.3.1. Proportions en lipides des échantillons, obtenues par la méthode d'extraction de Folch.....	58
X.3.2. Détermination du profil en acides gras par CPG successive à la transestérification, et interprétation des résultats .....	59

X.3.3. Dosage de l'azote total et des protéines, différences entre échantillons délipidés et non délipidés.....	66
X.3.4. Dosage des acides aminés totaux, soufrés et du tryptophane.....	67
X.3.5. Calcul de l'index chimique.....	68
XI. CONCLUSIONS .....	69
XI.1. CONCLUSIONS PORTANT SUR LES RÉSULTATS DES INVENTAIRES NOCTURNES .....	69
XI.2. CONCLUSIONS PORTANTS SUR LES RÉSULTATS DES ENQUÊTES .....	70
XI.3. CONCLUSIONS PORTANT SUR LES ANALYSES DE LA COMPOSITION ALIMENTAIRE.....	72
XII. DISCUSSION.....	73
XIII. PERSPECTIVES .....	74
XIV. ANNEXES.....	77
XV. BIBLIOGRAPHIE.....	80

## INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Madagascar : les six provinces du pays, et les trois districts de la région Itasy, au centre de la province d'Antananarivo. (BD500, FTM ; projection : Laborde).....	14
Figure 2 : Région Itasy et situation des sites d'étude par rapport à la route nationale, dans la commune rurale d'Arivonimamo. Le site de Vatolaivy est représenté par le cercle rouge au nord de la route nationale, et celui d'Amby et Ankalalahana par celui au sud. (BD500, FTM ; projection : Laborde).....	15
Figure 3 : Exemple des paysages rencontrés dans la région Itasy. Rizières, habitations, et collines couvertes de forêts de tapia, sur le territoire d'Amby, dans la commune d'Arivonimamo .....	15
Figure 4 : Les forêts de tapia. Photo prise dans le sous-bois d'un vieux peuplement. Dans les peuplements plus jeunes, la hauteur des arbres est parfois telle qu'il est difficile de se représenter l'environnement par une simple photographie .....	17
Figure 5 : Cycle de <i>Borocera cajani</i> V. Sources : [Diez, 2008, Razafimanantsoa, 2008].....	19
Figure 6 : <i>Borocera cajani</i> Vinson. Larve de cinquième stade, cocon, adulte femelle (en haut à droite), et adulte mâle (en bas à droite). Photos : Leslie Wilmet et Tsiresy Razafimanantsoa.20	20
Figure 7 : Disposition du piège lumineux : configuration et orientation. Les cercles rouges représentent l'emplacement des lampes .....	28
Figure 8 : Cube de comptage : vues sur la face opacifiée, son entrée, et sur les faces lumineuses.....	29
Figure 9 : Schéma de principe du dosage de l'azote après minéralisation - Appareil Kjeltec 2300. Les chiffres correspondent aux équations mentionnées ci-dessus. ....	38

Figure 10 : Le <i>sarohy</i> : illustration. De haut en bas et de gauche à droite : la chenille mesurée, la chenille sur une branche de tapia, la vidange de son tube digestif, la grillade directement consécutive, et le retournement en vue d'une préparation plus minutieuse. ....	48
Figure 11 : Les différentes coques de Limacodidae consommés, et leurs chenilles, les fangasika, au comportement grégaire.....	51
Figure 12 : Le tsikovoka ( <i>Cybister hova</i> Fairm. chez les Dytiscidae). ....	53
Figure 13 : L'akalabe, <i>Nephila madagascariensis</i> . A gauche, dans sa toile entre deux corniches, à droite, en cours de préparation (découpage des pattes).....	54

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Insectes consommés à Madagascar, classés par ordres et familles, selon [Decary, 1937 ; De Foliart, 2002]. .....	6
Tableau 2 : Teneurs en AA essentiels reconnues comme favorables par la FOA/OMS, 1990..	9
Tableau 3 : Caractéristiques des sites choisis dans le fokontany de Vatolaivy.....	26
Tableau 4 : Fiche d'inventaire simplifiée. ....	30
Tableau 5 : Récapitulatif des chenilles et chrysalides consommées (fréquence de consommation, quantité, et prix de vente repris ultérieurement). ....	51
Tableau 6 : Tableau récapitulatif de la préparation des échantillons pour les analyses : la deuxième colonne montre la quantité de matière disponible pour les analyses, la troisième donne la matière sèche réelle (%) dans la matière analysable. ....	58
Tableau 7 : Proportion de MG dans la MS1 (après lyophilisation), et dans la MF (matière fraîche récoltée). ....	59
Tableau 8 : Profil en acides gras pour l'araignée « Akalabe » .....	60
Tableau 9 : Profil en acide gras de la chenille <i>Sarohy</i> . ....	61
Tableau 10 : Profil en acides gras de la chenille <i>Bokana</i> .....	61
Tableau 11 : Profils en acides gras des champignons Ola-karavola et Ola-katikena.....	63
Tableau 12 : Profil en acides gras du champignon Ola-tapia.....	64
Tableau 13 : Profil en acides gras du champignon Ola-dronono. ....	65
Tableau 14 : Pourcentage d'azote et de protéines dans les échantillons non délipidés et délipidés. ....	66
Tableau 15 : Résultats généraux du dosage des acides aminés dans les sept échantillons analysés. Les résultats sont exprimés en gAA/100gMF. Le total de dosage par échantillon est réalisé, et comparé au taux de protéines calculé sur base du dosage de l'azote.....	67
Tableau 16 : Tableau récapitulatif des index chimiques calculés pour tous les échantillons. .	68
Tableau 17 : Synthèse des ressources les plus fréquemment mentionnées et les plus vendues. ....	71
Tableau 18 : Récapitulatif des analyses chimiques pour tous les échantillons étudiés. ....	72

## GLOSSAIRE

**AKALABE** – Araignée consommée *Nephila madagascariensis* Vinson. Voir aussi ***halabe*** et ***mampitahady***. Désignerait aussi ***akalamita*** dans le ***fonkontany*** de Vatolaivy.

**AKALAMITA** – Araignée aux vertus cicatrisantes, vivant sous les pierres. Synonyme de ***halamita***.

**ANAMAMY** – Espèce non identifiée, feuilles comestibles.

**ANATSINA** – *Bidens bipinnata* L. et *B. pilosa* L. (Asteraceae), feuilles comestibles. Vertus apaisantes. Non consommé par les personnes ayant des problèmes de tension.

**ANGIDINA** – Libellule.

**ARIARY** – Monnaie malgache (MGA).

**BATO** – Pierre.

**BE** – Grand.

**BIBIKELY (*biby-kely*)** – Désigne tout insecte ou petit animal.

**BIBY** – Animal.

**BOKANA** – Chenille consommée de *Maltagorea fusicolor* Mabille.

**FADY** – Tabou.

**FANGALABOLA** – Regroupe les larves ou nymphes de grosses espèces de Psychidae qui sont consommées, notamment *Deborra malagassa* Heylaerts [De Foliart, 2002].

**FANGASIKA** – Désigne préférentiellement la chenille de ***mafina-mafokely***.

**FANGORINANA** – Coléoptère consommé, nom similaire à ***voangorinana***, pourrait en constituer un stade larvaire. Pique.

**FOKONTANY** – Plus petite unité administrative, subdivise une commune.

**FOTSY** – Blanc.

**GCF** – Gestion contractualisée des forêts.

**GELOSE** – Gestion locale sécurisée.

**GEVABO** – Projet de gestion et valorisation de la soie de *Borocera cajani*.

**GOAKA** – *Corvus albus* Muller, oiseau prédateur notamment du landibe.

**GOAVY** – Goyave, fruit de *Psidium guajava* Radeli, Myrtaceae

**HAUTES-TERRES** – Province centrale de Madagascar.

**HALA** – Araignée.

**HALABE** (*hala-be*) – Araignée consommée *Nephila madagascariensis* Vinson. Voir aussi *akalabe* et *mampitahady*.

**HALAMITA** – Synonyme de *akalamita*.

**HOLA-?** – Voir *ola*.

**HOLATRA** – Voir *olatra*.

**KAKAFOTRA** – *Cuculus rochii* Hartlaub, oiseau prédateur notamment du landibe.

**KAPAOKA** – 25 cl = volume d'une boîte de conserve de lait concentré, récipient utilisé sur les marchés.

**KAVODIANA** – *Agarista Sericifolia* (Ericaceae), une des plantes hôtes de *Bunaea aslauga* Kirby. Agrémenté parfois le rhum local. Poison à trop forte dose.

**KELY** – Petit.

**LAMBA** – Étoffe.

**LAMBAMENA** (*lamba-mena*) – Linceul dont les malgaches enveloppent leurs morts.

**LANDI** – Soie.

**LANDIBE** (*landi-be*) – Nom général donné aux espèces séricigènes du genre *Borocera* (Lasicampidae).

**LANDIKELY** (*landi-kely*) – Bombyx élevé pour sa soie *Bombyx mori* (Bombycidae).

**LAVAKA** – Forme d'érosion spectaculaire qui affecte les versants des Hautes-Terres malgaches.

**MGA** – Code international de la monnaie malgache. Voir *ariary*.

**MAFINA - MAFOKELY** – Indistinctement, chrysalide consommée d'espèce(s) non identifiée(s) de Limacodidae. Voir *fangasika*.

**MAFOKELY - MAFINA** – Indistinctement, chrysalide consommée d'espèce(s) non identifiée(s) de Limacodidae. Voir *fangasika*.

**MAINTSO** – Vert.

**MAMPITAHADY** – autre nom de *akalabe* et *halabe* (litt. : qui jette sa toile par-dessus les fossés).

**Manala andro tahakan ny lehilahy maka olatra** – Diction malgache signifiant : Faire n'importe quoi comme un homme qui cueille des champignons.

**Martin triste** – *Acridotheres tristis* Linné, oiseau prédateur notamment du *landibe*.

**MERIKA** – *Dombeya elliptica* Bojer (Sterculiaceae). Fruits comestibles.

**MERINA** – Dialecte d'une région des Hautes Terres, notamment à Arivonimamo et alentours. Dialecte le plus proche du malgache standard (PLT).

**MIANA** – Désigne les mêmes insectes que **mafina** et **mafokely**, mais dans un autre dialecte que le **merina**.

**OLA-?** – *Ola* suivi d'un descriptif : désigne le champignon décrit.

**OLATRA** – Champignon.

**ONDRINDRANO** – Larves consommées de diverses libellules. Synonyme de **tsindreta**.

**ONIDO** – United Nations Industrial Development Organization.

**PAE** – Plan d'action environnemental.

**PLT** – Code ISO 639-3 (2007) du Malgache standard, parlé à la capitale et dans les Hautes-Terres.

**ROTRA** – Fruit de *Eugenia emimense* Baker, Myrtaceae.

**SAGE** – Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement (organisme malgache).

**SAROHY** – Chenille consommée de *Bunaea aslauga* Kirby (Satruniidae).

**SOBIKA** – Panier tissé utilisé comme récipient, mais existe en plusieurs tailles : petit, moyen et grand, correspondant respectivement à environ 10, 20 et 30 litres.

**SOHERINA** – Chrysalide (**soherina du landibe**, etc....).

**SOMPIBALALA** – Grandes corbeilles de conservation d'aliments (notamment après séchage au soleil).

**TAMBAVY** – Fortifiant (aliment, médicament).

**TANETY** – Collines.

**TAPIA** (**tapy**) – *Uapaca bojeri* Baillon (Euphorbiaceae). Arbre endémique de la région d'étude, typique des pentes bien ensoleillées. Hôte principal du *landibe* et d'autres espèces de la forêt.

**TAPY** – Exposé à la chaleur du soleil.

**TOAKA-GASY** – Rhum local.

**TSIBODY** – Nom collectif de plusieurs orthoptères consommés et plus petits que le *valala*.

**TSIKIRITY** – Espèce non identifiée, feuilles comestibles.

**TSIKONDRY** – Nymphe consommée du coléoptère Melolonthidae *Proagosternus* sp.

**TSIKOVOKA** – Coléoptère aquatique consommé. Pourrait être le Dytiscidae *Cybister hova* Fairm.

**TSIVAHADRENIKELY** – Espèce non identifiée, feuilles comestibles. Vertus apaisantes. Non consommé par les hypotendus.

**TSINDRETA** – Larves consommées de diverses libellules. Synonyme de *ondrindrano*.

**VALALA** – Orthoptère consommé *Locusta migratoria capito* Sauss.

**VAZAHIA** – Étrangers de type européen.

**VOA** – Fruit.

**VOAFOTSY** (*voa-fotsy*) – fruit comestible de *Aphloia theaeformis* Vahl. Benn (Flacourtiaceae). Feuilles aussi utilisées en infusion.

**VOA-ROHY** – Fruit comestible de l'arbuste *Rubus apelatus* (Rosaceae).

**VOA-TAPIA** – Fruit du *tapia*. Sert parfois à confectionner un rhum : le *toaka-gasy*.

**VOANGORY** – Coléoptère consommé.

**VOANGORIBE** (*voangory - be*) – Nymphe consommée du coléoptère Melolonthidae *Tricholepsis* sp.

**VOANOSY** – *Voangory* de plus petite taille.

**VOANGORINANA** – Autre coléoptère consommé, proche du *voangory*. Voir *fangorinana*.

**VOARAMONTSINA** – *Vaccinium emirnense* Hook (Ericaceae). Fruit comestible.

**VOI – Vondron'Olona Ifotony** – Communauté locale de base.

## I. INTRODUCTION

À l'échelle mondiale, la situation environnementale est aujourd'hui plus qu'alarmante : on ne compte plus les phénomènes de dégradation des écosystèmes de la planète. Si la nature est en perpétuelle évolution en dehors de toute intervention humaine, c'est souvent la main de celui-ci qui est responsable de la perte de richesses naturelles inestimables, que ce soit pour leur valeur intrinsèque, éthique ou culturelle, pour leur importance biologique ou écologique, ou encore pour leur potentiel économique, pharmaceutique, et même artisanal. Déforestation, invasions biologiques, croissance démographique, et changement climatique ne sont que quelques-uns des grands thèmes qui sont généralement abordés pour traiter de la menace de la biodiversité.

Or, cette biodiversité représente d'innombrables possibilités de croissance économique pour les pays en développement, qui se caractérisent fréquemment par une riche biodiversité. Un exemple souvent cité est celui de la bioprospection : l'intérêt que portent les industriels pharmaceutiques aux ressources phytogénétiques des pays du Sud confèrent à ces ressources une valeur économique. Depuis la signature de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) à Rio en 1992, plusieurs pays du sud ont voulu exploiter leurs ressources naturelles pour d'une part, réaliser des investissements et d'autre part, améliorer les conditions de vie des populations locales. Ainsi, la prise en charge de l'exploitation de ces richesses par les pays qui les détiennent, constituerait un excellent moyen de lutte contre la biopiraterie [Raharinirina, 2005].

### I.1. LES RICHESSES DE MADAGASCAR : ENJEUX, INQUIÉTUDES ET ACTIONS

#### I.1.1. Madagascar : état des lieux, réalités humaines et environnementales

Madagascar est un pays essentiellement rural, où plus des trois quarts des 21 281 844<sup>1</sup> habitants vivent de l'agriculture. Malgré les importantes ressources agricoles, halieutiques ou minières, plus de 77% d'entre eux vivent cependant sous le seuil de pauvreté [Montembault, PAM 2005]. En effet, Madagascar est le neuvième pays le plus pauvre au monde et 70% des Malgaches ont un revenu de moins de 1 € par jour, soit moins de 2823 MGA<sup>2</sup> (ariary, la monnaie malgache<sup>3</sup> actuelle).

Il s'agit d'un pays régulièrement considéré comme un des trois premiers « hot spots » mondiaux de la biodiversité, notamment pour sa richesse en espèces, dont l'endémisme est extrêmement fréquent. Ce territoire de 594 180 km<sup>2</sup> abrite en effet plus de 12 000 espèces répertoriées, avec un taux d'endémisme atteignant les 80% pour les espèces animales et les 85% pour les espèces végétales. La destruction environnementale apparaît dès lors comme une menace pour l'île. Avec 200 000 à 300 000 hectares de forêts qui disparaissent chaque année, malgré la mise en place du Plan d'Action Environnemental (PAE – cf. *infra*) en 1990, l'érosion de la biodiversité est un problème majeur pour le pays [Blanc-Pamard & Rakoto

<sup>1</sup> Source : CIA – The World Factbook – Estimation pour juillet 2010. Sur le site [www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/](http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/), consulté le 26/06/2010.

<sup>2</sup> Taux d'échange en vigueur en date du 4 août 2010. Source consultée le même jour : <http://bourse.capital.fr/devises/>

<sup>3</sup> Source : Secours populaire français à Madagascar, <http://www.spf63.org>, consulté le 12/08/2010

Ramiarantsoa, 2003]. Les ressources forestières du pays ne cessent de décroître sous l'effet conjugué de facteurs socio-économiques, de modes de mise en valeur agricole et pastorale et de méthodes d'exploitation forestière, un phénomène tendant à s'accélérer [Muttenzer, 2001]. De toute évidence, il conviendrait de concilier le développement économique de « la Grande Île » avec la conservation de son exceptionnel environnement.

### **I.1.2. Quelques éléments importants de la gestion du territoire malgache**

Depuis les années 1980, Madagascar a connu différentes politiques environnementales successives, caractérisées par une volonté de faire face à la dégradation de l'environnement sur l'ensemble du territoire. Après une gestion centralisée et conservatrice, le gouvernement a finalement adopté une politique de désengagement et de responsabilisation des communautés locales [Diez, 2008].

#### **I.1.2.1. Le plan d'action environnemental (PAE)**

Les années 1990 sont marquées par une évolution des politiques de gestion des ressources naturelles, en faveur de la gestion durable des forêts. En 1990, Madagascar est le premier pays du continent africain à adopter une charte sur l'environnement. La même année, le pays s'accorde avec les grands bailleurs de fonds (Banque mondiale, United States Agency for International Development [USAID], Coopération française), pour se doter d'un plan d'action environnemental (PAE) sur une durée initiale prévue de 15 ans. Le PAE a été subdivisé en trois phases. Le « programme environnemental 1 – PE1 » (prévu de 1991 à fin 1996), avait pour principaux objectifs la mise en place des fondations institutionnelles et les actions de conservation les plus urgentes. Le « PE2 » (prévu de 1997 à 2002), a consisté à intensifier des actions menées lors du PE1 et à rendre opérationnelle la décentralisation de la gestion des ressources naturelles. Enfin, le « PE3 » (prévu à l'origine de 2003 à 2008) avait pour objectif de transformer la gestion durable en réflexe environnemental chez tous les acteurs. Cet objectif n'a cependant pas encore abouti. La décentralisation de la gestion des ressources se manifeste donc par le transfert des responsabilités aux communautés locales, engendrant de nouvelles réglementations pour les droits d'accès et d'usage des ressources et du foncier [Blanc-Pamard & Rakoto Ramiarantsoa, 2007] et [Andriamahefazafy, 2005].

#### **I.1.2.2. La loi Gelose – Gestion Locale Sécurisée**

La fin du PE1 se caractérise par une présence prononcée de la Coopération française dans la formulation de la politique environnementale malgache, notamment dans la finalisation du concept de « Gestion Locale Sécurisée – Gelose ». En 1996, une loi portant le même nom est promulguée, constituant par ailleurs une condition nécessaire à la participation des bailleurs de fond au PE2. Considérée comme une réponse possible à la diminution des pressions sur les ressources naturelles, elle s'applique à tous les produits forestiers confondus [Andriamahefazafy, 2005].

Dans un contexte plus large, cette loi concerne un ensemble plus vaste de ressources renouvelables et pas uniquement aux forêts (produits forestiers non ligneux, eau, terres de parcours par exemple). Elle transfère leur gestion aux communautés locales concernées. Une formule spécifiquement forestière et plus souple, la Gestion Contractualisée des Forêts (GCF) a été mise en place par décret en 2001. GCF et Gelose sont donc les deux formes de transfert de gestion proposées aux communautés paysannes locales [Andriamahefazafy, 2005]. Si la démarche de transfert se fonde sur la participation active des communautés locales, concernées au premier plan, il apparaît néanmoins, à l'observation des premiers résultats de la mise en œuvre du programme Gelose dans l'ouest malgache, que les réglementations les

mieux respectées sont celles qui sont les plus proches des règles traditionnelles et celles qui favorisent le plus les groupes localement dominants, et non les idées les plus novatrices [Blanc-Pamard & Fauroux 2004].

### **I.1.2.3. Fonctionnement de la loi Gelose au niveau local**

Les communes malgaches sont divisées en unités administratives de base appelées les *fokontany*. La loi Gelose y définit des VOI<sup>4</sup>, sous-unités de gestion territoriale particulières dont les membres sont les populations locales directement concernées par les ressources forestières, ligneuses et non ligneuses. La division des *fokontany* en VOI est effectuée en fonction de la taille des villages et hameaux, de leur proximité, ainsi que de la superficie des ressources naturelles disponibles et de leur accessibilité. Une règle générale est d'application pour tous les VOI du territoire malgache : les feux de brousse et les coupes de bois sont interdits. En ce qui concerne le reste des ressources naturelles, la responsabilité de prendre des décisions assurant la pérennité de leur environnement appartient aux membres du VOI.

Lors de l'établissement d'un VOI, un contrat de gestion est mis en place, pour une période de trois ans, délai au-delà duquel les décisions prises ainsi que leurs conséquences font l'objet d'une évaluation par l'État. Elle consiste en la vérification que le cahier des charges a bien été suivi, en une description de l'état de dégradation du site, et en un compte rendu d'éventuels délits commis par les membres du VOI. Si le résultat de l'évaluation est favorable, le contrat est reconduit pour une période de dix ans. Cependant, cette dernière mesure prend souvent du temps, faute de moyens financiers suffisants au niveau de l'administration forestière du pays.

Bien qu'ayant à l'origine été créés afin de sensibiliser les habitants à leur environnement, le système des VOI montre un inconvénient majeur : les habitants doivent obligatoirement en être membres pour bénéficier des droits d'usage tels que la cueillette de cocons ou le ramassage de bois mort. Ainsi, ce n'est pas toujours par implication qu'ils font partie d'un VOI, mais parfois et même souvent par nécessité. Aussi, les bailleurs de fonds imposent parfois des conditions au gouvernement malgache, qui se répercutent ensuite sur les villageois, premiers concernés par l'état de leur environnement.

## **I.2. LE LANDIBE ET LA PRODUCTION DE SOIE A MADAGASCAR**

Il existe à Madagascar beaucoup d'espèces de Lépidoptères séricigènes. L'utilisation de la soie a une place importante dans la vie des Malgaches, et ce depuis des centaines d'années. Les tisseuses utilisent la soie des papillons appartenant aux espèces du genre *Borocera* Boisduval (Lepidoptera, Lasiocampidae), ou *landibe* (de « landi » qui signifie « soie », et de « be » qui signifie « grand »), pour la confection de diverses étoffes. Cette soie d'origine sauvage, qui jadis habillait les nobles, peut être tissée à de multiples fins, cérémoniales comme artisanales : des écharpes vendues aux touristes et aux *vazaha* (les étrangers de type européen), au *lambamena*, le linceul qui enveloppe les morts (de « lamba » qui signifie l'étoffe, le drap et « mena », la couleur rouge). Le genre *Borocera* comprend de nombreuses espèces connues pour leur caractère séricigène, mais c'est l'espèce *Borocera cajani* Vinson et ses nombreuses sous-espèces qui sont le plus souvent utilisées pour la fabrication de soie [Diez, 2008]. C'est à cette espèce que nous ferons référence par la suite lorsque nous mentionnerons le terme *landibe*. Il existe d'autres genres et espèces séricigènes

<sup>4</sup> VOI : « Vondron'Olona Ifotony », synonyme de Communauté Locale de Base. [Diez, 2008]

endémiques à Madagascar, qui permettent l'obtention de soie d'origine sauvage. Citons chez les Saturnidae : *Antherina suraka* Boisduval, *Maltagorea fusicolor* Mabille, et *Bunaea aslauga* Kirby ; et *Borocera marginepunctata* Guérin-Méneville chez les Lasiocampidae [Razafimanantsoa, 2006]. Enfin, l'espèce *Bombyx mori* L. (Bombycidae) est domestiquée pour sa soie, dite de *landikely* (de « landi » : la soie, et « kely » : petit).

Aujourd’hui, la production de soie de *landibe* décline, à cause des diverses pressions subies par les papillons dans les écosystèmes qu’ils peuplent sur la « Grande Île ». Pourtant, le *landibe* revêt des potentialités de développement intéressantes pour les populations rurales qui le côtoient. Au vu de la situation économique mondiale et nationale de la culture de la soie, et de par la diversité des types de soie existant à Madagascar, le secteur de la soie semble porteur pour ce pays et sa population [Diez, 2008].

### I.3. LE PROJET GEVABO

Le projet Gevabo, fruit d’une coopération universitaire belge francophone, et d’une collaboration avec la Faculté des Sciences et l’École Supérieure des Sciences Agronomiques de l’Université d’Antananarivo, se propose d’étudier les possibilités de gestion et de valorisation durable du ver à soie endémique *Borocera cajani* Vinson en milieu forestier et dans la région de la capitale malgache. Des solutions pour l’augmentation durable des populations de *landibe* sont envisagées au travers de plusieurs approches : l’entomologie, la conservation de la nature, l’économie rurale, et la socio-anthropologie, soit toutes les composantes directement associées d’une part aux populations dépendant de cette ressource, et d’autre part à son écosystème, menacé à plusieurs niveaux.

Ce mémoire s’inscrit au sein du projet Gevabo et tente de lever le voile sur certaines questions relatives au *landibe* et à son écosystème dans les Hautes Terres centrales malgaches, la région de l’Imerina. Les recherches se sont articulées en deux phases pour les raisons logistiques précisées en avant-propos. Dans un premier temps, nous avons réalisé des inventaires nocturnes dans les forêts abritant le *landibe*, les forêts de tapia (*Uapaca bojeri* Baillon – Euphorbiaceae), afin d’évaluer le niveau des populations des différentes espèces du genre *Borocera*, avec une attention particulière pour *B. cajani* V., et afin d’observer une pléiade d’autres espèces d’Hétérocères connues elles aussi pour peupler ces forêts. Ensuite, nous avons adopté une approche très différente, visant à approfondir la connaissance des relations existant entre les populations villageoises et les produits sauvages comestibles, délivrés par ces forêts drapant littéralement leur paysage, dont les chrysalides de *landibe*. Par cette approche, les potentialités de la forêt et les pressions qu’elle subit ne sont plus étudiées uniquement vis-à-vis de la production de soie, mais à l’échelle de l’écosystème tout entier. Une telle étude ne peut se faire qu’en étant au contact direct de la population concernée. C’est par l’observation de leur quotidien et par les échanges d’informations lors d’enquêtes que s’explicitent ces liens entre l’homme et les ressources de la forêt, lesquelles sont consommées et parfois vendues. L’ultime étape consiste en l’établissement du profil alimentaire des ressources évoquées, afin d’en déterminer le rôle dans l’alimentation locale.

## II. LES PRODUITS SAUVAGES COMESTIBLES : ENTOMOPHAGIE, PHYTOPHAGIE ET MYCOPHAGIE

### II.1. L'ENTOMOPHAGIE À MADAGASCAR

Quatre-vingt pourcents des espèces animales connues sont des insectes. Adaptés à tous les milieux et présents dans tous les écosystèmes, ils sont incontournables. Ils font partie des traditions alimentaires des populations du milieu tropical parce qu'ils sont généralement considérés comme appétissants et savoureux [Tommaseo Ponzetta, 2003].

Si le *landibe* constitue une ressource séricigène, la récolte des cocons offre, outre la soie, une chrysalide comestible [Decary, 1937 et Diez, 2008]. Les pratiques entomophages (ou « campéophages » dans le cas des Lépidoptères) sont bien présentes chez les villageois dépendant de la forêt de tapia, mais elles sont loin d'être confinées au centre de Madagascar. Plusieurs auteurs discutent de la comestibilité d'insectes faisant l'objet de leurs études. Ainsi, Decary [1937] réalise un premier bilan en apportant ses connaissances considérables sur la question en énumérant les ordres et les espèces d'insectes et d'araignées régulièrement consommées par les habitants de la Grande Île.

Chez les Arachnides, bien qu'il soit plus approprié dans ce cas de parler d'arachnophagie, deux espèces seraient consommées : *Epeira nigra* Vinson et *Nephila madagascariensis* Vinson. Cette dernière, plus grande et plus répandue est connue dans le pays sous le nom vernaculaire de *halabe* (« hala » signifiant « araignée » et « be » signifiant « grande ») ou *mampitahady* (littéralement : « qui jette sa toile par-dessus les fossés »). Elle tisse une soie jaunâtre ayant fait l'objet de tentatives d'utilisation industrielle. Ces deux espèces se mangent frites, mais leur consommation serait peu courante [Decary, 1937].

Ce serait aux dépens des Orthoptères que s'exercerait la plupart du temps l'entomophagie malgache. L'espèce *Locusta migratoria capito* Sauss. ou *valala* est consommée partout sur l'île. Des espèces plus petites, connues sous le nom collectif de *tsibody* sont elles aussi parfois mangées. Les modes de préparation varient, mais le plus courant d'entre eux consiste, après passage à l'eau bouillante, à les faire sécher au soleil. Elles sont ensuite conservées dans de vastes corbeilles portant le nom de *sompibalala*. On peut alors les frire après avoir retiré pattes et ailes, et après les avoir fait tremper une demi-heure dans de l'eau salée. Ce met figurait autrefois sur les tables princières. Enfin, les criquets migrants desséchés peuvent aussi être pulvérisés, ce qui leur donne une allure de tabac, puis cuits dans l'eau. Ils se mangent alors en tant qu'assaisonnement du riz [Decary, 1937]. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, la reine Ranavalona II employait, en plus de ses chasseurs et de ses pêcheurs, des femmes qu'elle chargeait spécifiquement de récolter les criquets pour elle [Camboué, 1886]. Ces insectes n'étaient donc pas mangés uniquement par le peuple, ils étaient appréciés par la noblesse et la royauté.

Plusieurs Coléoptères sont consommés. Le Dytiscidae *Cybister hova* Fairm., les nymphes des Melolonthidae *Proagosternus* sp. et *Tricholepsis* sp., appelées *tsikondry* et *voangoribe*, les larves du Lucanidae *Cladognathus serricornis* Latr. et de *Scarites* sp. sont mangés frits. La coutume interdit de rechercher des insectes dans les talus des rizières au risque de les dégrader ou d'entraver l'irrigation, ce qui fait de ces Coléoptères des mets coûteux et réservés aux plus nantis [Decary, 1937].

Des larves de diverses libellules, appelées *ondrindrano* sont consommées principalement sur les Hauts-Plateaux et abondent dans les marais et les rizières abandonnées, mais leur saveur ne serait pas très appréciée. Les larves de guêpes auraient un jour été consommées, mais cette pratique semble être tombée en désuétude. Quelques Hémiptères,

comme les nèpes ou les punaises d'eau, seraient consommés sur les Hauts-Plateaux, mais peu appréciés en raison de leur saveur déplaisante [Decary, 1937].

Finalement, c'est sans aucun doute la campéophagie qui prime, car la fréquence de consommation des espèces de Lépidoptères semble être plus élevée que pour les autres ordres d'insectes, et ce bien que quelques espèces n'aient pas encore été identifiées. Des chrysalides auraient autrefois été vendues sur les marchés d'Antananarivo, comme celles du Psychidae *Deborrea malagassa* Heylaerts [Decary, 1937]. Les plus grosses espèces de Psychidae sont en fait mangées au stade larvaire ou nymphal par les populations locales, et sont regroupées sous le terme général de *fangalabola*. Prenons comme autre exemple le *mafina*, le *mania*, chrysalides d'espèces non identifiées, et bien sûr les espèces du genre *Borocera* qui auraient été servies préparées à la sauce Béchamel lors d'un repas officiel de la Résidence Française à Antananarivo, en 1994. Certaines chenilles seraient également consommées et considérées comme un plat délicat [Decary 1937].

Decary [1937] mentionne d'autres espèces consommées. Un bilan réalisé par De Foliart [2002] reprend les espèces d'insectes consommés sur tous les continents, intégrant des sources bibliographiques variées. Le tableau 1 synthétise celles rencontrées à Madagascar.

Tableau 1 : Insectes consommés à Madagascar, classés par ordres et familles, selon [Decary, 1937 ; De Foliart, 2002].

Ordres et familles	Espèces	Stade consommé	Ordres et familles	Espèces	Stade consommé
<b>Coléoptères</b>			<b>Lépidoptères</b>		
Carabidae	<i>Scarites sp.</i>	larve	Lasiocampidae	<i>Borocera madagascariensis</i> Boisduval.	chrysalide
	<i>Tricholespis sp.</i>	larve		<i>Borocera sp.</i>	larve
Cicindelidae	<i>Proagosternus sp.</i>	larve		<i>Libethra cajani</i> Vinson	chrysalide
Curculionidae	<i>Eugnoristus monachus</i> Ol.	larve		<i>Rombyx radama</i> Coquillet	chrysalide
	<i>Rhina sp.</i>	larve	Psychidae	<i>Deborrea malagassa</i> Heylaerts	chrysalide
	<i>Rhynchophorus sp.</i>	-	Saturniidae	<i>Antherina suraka</i>	larve
Dytiscidae	<i>Cybister hova</i> Fairm.	adulte		<i>Tagoropsis sp.</i>	chrysalide
Lucanidae	<i>Cladognathus serricornis</i> Latr.	larve	Sphingidae	-	chrysalide
Passalidae	<i>Palmicolous passalid</i>	larve		<i>Coenostegia diegoi</i> (Mab.)	chrysalide et imago
<b>Hémiptères</b>			<b>Odonates</b>		
Nepidae	<i>Nepa sp.</i>	adulte	Libellulidae	-	larve et chrysalide
<b>Homoptères</b>			<b>Orthoptères</b>		
Cicadidae	<i>Phremia rubra</i> Signoret	-	Acrididae	<i>Cyrtacanthacris sp.</i>	-
Fulgoridae	<i>Pyrops madagascariensis</i> Fabr.			<i>Locusta migratoria capito</i> Saussure	-
<b>Hyménoptères</b>				<i>Locusta sp.</i>	adulte
Vespidae	-	larves		<i>Brachytrupes membranaceus</i> (Drury)	adulte

## II.2. PHYTOPHAGIE ET MYCOPHAGIE : DES MŒURS PARENTES À L'ENTOMOPHAGIE

Lorsqu'on parle de produits sauvages comestibles, on pense d'abord aux bienfaits du monde botanique. La longue liste des fruits, feuilles, fleurs, racines, rhizomes, bulbes, tubercules et tiges qui sont consommés selon les nombreuses espèces, parmi une multitude de familles variées et dans tous les pays du globe, est difficile à résumer. Dans les régions pauvres, la plupart de ces aliments sont récoltés pour la consommation personnelle ou familiale, alors que d'autres sont fréquemment retrouvés sur les marchés populaires [Malaisse, 1997]. Des recueils de botanique malgache existent, comme le dictionnaire des végétaux de Madagascar de Boiteau [1999], dans lequel on trouve une liste des espèces du territoire, triées par ordre de noms vernaculaires, souvent avec identification de la famille, du genre et de l'espèce, selon les dialectes qui utilisent le mot. Les utilisations de ces plantes sont également décrites de façon succincte, qu'il s'agisse de la consommation, de la sorcellerie, ou de leur rôle dans des activités artisanales. Ce recueil, pour le moins volumineux, est bien entendu un outil de travail très efficace lorsqu'il s'agit de travailler sur la flore malgache comestible.

L'importance de la mycophagie peut varier grandement d'un peuple à l'autre et, au sein d'une population consommatrice, des différences existent entre individus. Certaines espèces sont davantage consommées en tant qu'aliments de base, alors que d'autres constituent des compléments à des plats carnés. Les champignons sont souvent présents abondamment dans le milieu pendant une période précise de l'année, qui correspond à la saison des pluies dans les régions tropicales. Pendant la saison sèche, leur présence est sporadique et liée à quelques évènements pluvieux exceptionnels. Ils représentent souvent une nourriture alternative dont le rôle dans l'alimentation globale des populations consommatrices dépend de la position de cette période dans leur « année agricole », ainsi que de leur composition alimentaire [Malaisse *et al.*, 2007 ; Parent & Thoen 1977].

Dans un monde où les rapports entre l'homme et la nature doivent changer pour devenir durables, il est nécessaire de s'interroger sur ces pratiques entomophages, phytophages et mycophages, car elles ont un impact considérable sur la vie des populations concernées, qu'elles aient recours à une consommation sporadique ou récurrente.

## II.3. LA COMPOSITION ALIMENTAIRE DES PRODUITS SAUVAGES COMESTIBLES

### II.3.1. Quelques exemples de produits sauvages consommés et de leur composition alimentaire

L'étude des produits sauvages comestibles est encore une science jeune. Les espèces déjà connues n'ont pas toutes fait l'objet d'analyses détaillées visant à déterminer leur qualité alimentaire, elles sont même très peu nombreuses à être dans ce cas. A titre d'exemple, les connaissances relatives à la composition chimique des chenilles comestibles d'Afrique centrale méridionale sont limitées, alors que bien d'autres informations sont disponibles à leur sujet. Malaisse [1997] réunit les résultats obtenus par quelques auteurs sur la composition de quelque quinze espèces de chenilles de cette région. Sont décrites les teneurs en protéines, en lipides, glucides, fibres, cendres, sodium, calcium, potassium, magnésium et phosphore, pour

100 grammes de poids sec. Les chenilles de cette région ont des teneurs en protéines variant de 44.10g à 68.31g, et des teneurs en lipides variant de 8.60g à 29.60g pour 100 grammes de matière sèche. Dans le territoire bemba (territoire étendu du Zaïre à la Zambie et à la Tanzanie), Malaisse et Parent [1980] décrivent les mêmes valeurs ainsi que la valeur énergétique, pour 24 espèces de Lépidoptères. Chez les Attacidae, quelques espèces frôlent, en masse, les 80% de protéines, alors qu'une espèce atteint les 35% de lipides dans la matière sèche. La teneur protéique moyenne s'établit à  $63.5 \pm 9.0\%$  de la masse sèche, la moyenne lipidique se situe à  $15.7 \pm 6.3\%$  et la valeur énergétique moyenne est de  $457 \pm 32$  kcal pour 100 g de matière sèche. Pour ces mêmes espèces, des profils en acides aminés, en acides gras, ainsi qu'en vitamines sont également dressés. On peut conclure à une grande diversité « alimentaire » des chenilles consommées, selon l'espèce et la région.

Parmi les autres insectes consommés en région zambézienne, notons que les sauterelles fournissent un très bon apport en protéines et en lipides, alors qu'on leur donne souvent le statut de ravageur des cultures. Voilà un beau cas de lutte intégrée qui mérite réflexion [Malaisse 1997].

A notre connaissance, Les données sur la composition chimique d'araignées consommées sont quant à elles inexistantes.

L'état de l'art de la discipline n'est pas davantage avancé en ce qui concerne les Mycètes, bien au contraire. Quelques espèces de forêt claire de la région zambézienne ont fait l'objet d'analyses pour la détermination de leurs teneurs en protéines, et en acides aminés, ainsi qu'en quelques minéraux. Les résultats obtenus varient surtout selon les genres : le genre *Cantharellus* ne montre qu'un faible taux de 2.28 à 2.72% de protéines par rapport à la matière fraîche, alors que l'espèce *Clavaria albiramea* atteint 14.77% de protéines dans la matière fraîche [Degreef *et al.*, 1997].

Au contraire des deux denrées précédentes, le cas des plantes sauvages comestibles a déjà été fréquemment traité. Une avancée considérable dans la composition chimique d'une grande variété d'espèces zambéziennes a été permise par de longs travaux de récolte et d'analyse [Malaisse, 1997]. Au Tibet, l'herbe potagère *Ophioglossum polyphyllum* A. Braun in Seub. (Ophioglossaceae, Pteridophyta) a fait l'objet d'une quantification en éléments minéraux et d'une détermination de son profil en acides aminés essentiels [Lognay *et al.*, 2008].

De façon générale, la composition alimentaire doit être analysée eu égard à la période de consommation. C'est de cette façon que l'on qualifie le mieux l'apport d'une ressource dans le contexte alimentaire des populations rurales grandement dépendantes de l'évolution continue de leur milieu [Degreef *et al.*, 1997].

### **II.3.2. Les indices alimentaires qui permettent de caractériser une ressource et de la comparer à d'autres**

#### **II.3.2.1. Index chimique – évaluation de la qualité protéique d'un aliment**

Les acides aminés (AA) doivent être présents en quantités adéquates au niveau des sites de synthèse protéique afin que celle-ci elle se déroule correctement. Une carence en un seul des acides aminés nécessaires entrave en effet le bon déroulement de ce processus [Block & Mitchell, 1947]. Certains d'entre eux, les acides aminés essentiels, ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme. Ils ne sont ainsi disponibles pour l'homme que grâce à son alimentation. L'index chimique est un indice qui permet de déterminer la qualité protéique

d'un aliment par rapport à son contenu en acides aminés essentiels [Eggum, 1987]. Il est calculé par comparaison entre une teneur de référence, en mg/g de protéines des AA essentiels, avec la même teneur observée dans l'aliment étudié, toujours en mg/g de protéines. Les teneurs de référence sont celles reconnues comme favorables par la FAO/OMS(1990). Le tableau suivant (tableau 2) reprend les AA essentiels et leurs teneurs de référence. On peut remarquer que les quantités de méthionine et de cystine (les acides aminés soufrés) sont sommées pour la comparaison. C'est également le cas de la tyrosine et de la phénylalanine, les acides aminés aromatiques.

**Tableau 2 : Teneurs en AA essentiels reconnues comme favorables par la FAO/OMS, 1990**

Acides-aminés essentiels	Référence de la FAO/OMS-1990 (mg/g de protéines)
Thr - thréonine	34
Val - valine	35
Met + Cys-Cys (méthionine et cyst(é)ine, AA soufrés)	25
Ile - isoleucine	28
Leu - leucine	66
Tyr + Phe (tyrosine et phénylalanine, AA aromatiques)	63
His - Histidine	19
Lys - Lysine	58
Trp - Tryptophane	11

Le ratio obtenu entre la teneur observée et la teneur de référence est multiplié par cent. C'est la plus petite valeur obtenue par ce calcul qui est l'index chimique de l'aliment étudié. S'il est supérieur à 100, l'aliment est considéré comme suffisamment riche en tous les AA essentiels. Sinon, il y a un ou plusieurs déficits. Dans les deux cas, l'index chimique est le ratio obtenu pour l'AA dont la teneur est dite limitante pour l'aliment.

A titre d'exemple, nous citerons le cas de la chenille comestible zambézienne *tubambe*, larve du Limacodidae *Hadraphe ethiopica* (Bethune-Baker), pour laquelle le calcul de cet indice a déjà été effectué [Malaisse *et al.*, 2003]. Pour trois échantillons récoltés en différents endroits, le profil en acides aminés a été déterminé et l'index chimique calculé. Dans les trois cas, les résultats montrent un index de loin inférieur à cent. Pour deux d'entre eux, c'est la leucine qui est limitante, avec des index chimiques de 76.2 et de 87.1, et dans le cas du premier, le tryptophane est également insuffisant, avec un ratio de 87.8%. Enfin, dans le troisième cas, c'est le tryptophane à son tour qui est limitant. L'index chimique obtenu est de 69.9, mais la leucine est également présente en quantité trop faible par rapport à la valeur considérée comme favorable. Tous les autres ratios obtenus dépassent les 100%, et le cas le plus élevé est celui de la valine dans un des échantillons. Pour cette récolte de chenille, la teneur en valine fait près de 1.5 fois celle considérée comme favorable par la FAO. Lorsque les populations locales consomment la chenille, le repas devrait être accompagné d'aliments plus riches en leucine et en tryptophane.

En ce qui concerne l'herbe potagère tibétaine *O. polyphyllum* (Ophioglossaceae : Pteridophyta), l'index chimique est de 108.7. C'est la lysine qui est limitante. Par contre, les ratios obtenus pour la valine, l'isoleucine et la leucine sont respectivement de 172.2%,

168.0% et 168.0%. Cette ressource rare est donc très intéressante du point de vue des acides aminés essentiels [Lognay *et al.*, 2008].

Les céréales ont généralement des protéines de moins bonne qualité que les tubercules. Cependant leur digestibilité est souvent bien meilleure. L'index chimique du riz est de 65, avec pour acide aminé limitant la lysine, comme c'est souvent le cas pour les céréales. La digestibilité humaine réelle des protéines qu'il contient est estimée à 88±4% [OMS, 1985]. Cette haute digestibilité est due à sa faible teneur en fibres et en tanins [Juliano, 1994]. L'index chimique est une valeur très intéressante, mais elle l'est encore davantage si on possède des informations sur la digestibilité et la facilité d'assimilation de l'aliment étudié.

### II.3.2.2. Evaluation de la qualité lipidique d'un aliment

Parmi les acides gras, on distingue les saturés, les mono-insaturés, et les poly-insaturés, selon que la chaîne carbonée soit constituée de zéro, une ou plusieurs doubles liaisons chimiques. Les acides gras naturels présentent généralement une configuration de type *cis* au niveau de ces doubles liaisons, alors que la configuration de type *trans* est plus souvent retrouvée dans des produits d'origine industrielle, mais plus rarement naturelle.

Les acides gras dits essentiels, au même titre que les acides aminés essentiels, sont qualifiés de la sorte parce qu'il est impossible pour l'homme de les synthétiser. Il est donc indispensable de les obtenir par notre alimentation. Deux acides gras polyinsaturés particuliers se distinguent par l'importance de leur rôle métabolique : l'acide linoléique (C18:2n-6 ou  $\omega$ -6), que l'on peut retrouver dans certaines huiles, notamment l'huile de soja, et l'acide  $\alpha$ -linolénique (C18:3n-3 ou  $\omega$ -3) retrouvé par exemple dans l'huile de lin. Leur importance est liée au fait qu'ils sont des précurseurs à plusieurs acides gras eux-mêmes précurseurs de groupes d'acides gras métabolisés par l'homme. Ainsi, l'acide  $\gamma$ -linolénique et l'acide arachidonique dérivent de ces acides gras essentiels. Ce dernier est de moins en moins produit avec l'âge, et il devient alors indispensable de l'obtenir lui aussi par l'alimentation.

L'ensemble des molécules dérivées obtenues est subdivisé en deux familles : celle des oméga-3 ( $\omega$ -3) et des oméga-6 ( $\omega$ -6). Les oméga-3 sont nécessaires à la construction de la membrane cellulaire et des tissus du cerveau chez l'enfant. Les molécules de type oméga-6, surtout celles dérivées de l'acide arachidonique, ont notamment un rôle à jouer dans les processus inflammatoires et dans l'agrégation des plaquettes lors de la formation d'un caillot.

Les recommandations américaines préconisent que les oméga-6 constituent environ 10 % de l'apport énergétique total chez l'adulte<sup>5</sup>. Les recommandations européennes fixent cette proportion entre 4 et 8%<sup>6</sup>.

Le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 permet de décrire la qualité lipidique de l'alimentation. On considère que lorsqu'il est inférieur à 5, les proportions des deux familles d'acides gras sont correctes. Plusieurs études ont mené à des résultats prouvant la réduction de l'occurrence et de la gravité de certains cancers à mesure que les proportions d'approvisionnement en  $\omega$ -6 et  $\omega$ -3 descendaient sous ce chiffre. *A contrario*, les effets d'une consommation excédentaire de ces types de lipides (comme beaucoup d'autres lipides) peuvent s'avérer délétères, et ce surtout si le ratio dépasse la valeur de 10. Si ces proportions sont importantes à garder en mémoire, il ne faut pas oublier qu'elles ne tiennent pas nécessairement compte de la quantité réelle de lipides de ces familles, fournis pour un type d'alimentation. Ce rapport n'en constitue pas moins une bonne méthode d'estimation de la qualité lipidique d'un aliment [AFSSA, 2005].

<sup>5</sup> Source : Department of Health and Human Services and the USDA, 2005. "The report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on Dietary Guidelines for Americans"

<sup>6</sup> Source : Eurodiet Core Report, University of Crete and European Commission, 2002. "Nutrition and Diet for Healthy Lifestyles in Europe – Science and policy implications."

A titre d'exemple, le ratio entre les acides gras essentiels oméga-6 et oméga-3 des graines *d'Uraria picta* (JACQ.) DC., une Fabaceae sauvage de la Côte d'Ivoire, est de 3.44, avec 38.9% d'acide linoléique, et 11.3% d'acide linolénique. Ce rapport démontre une qualité lipidique certaine, et le pourcentage sommé de ces deux acides gras essentiels, soit 51.1%, rend les graines *d'U. picta* qualifiables de très bonnes ressources quant à leur profil lipidique, sans détailler les autres acides gras le constituant [Ambé *et al.*, 2001].

Ces deux indices, concernant les acides aminés et les acides gras, sont souvent complémentaires dans l'interprétation de la qualité nutritionnelle d'une ressource. La connaissance du profil en sucres, en vitamines, en minéraux et oligo-éléments permet de compléter cette interprétation. Néanmoins, dans les études préliminaires réalisées au sujet d'une ressource encore non étudiée de ce point de vue, ce sont les deux premiers qu'il semble judicieux de privilégier.

### **III. LA COMMUNICATION AVEC LES POPULATIONS RURALES : DES RÉALITÉS DE TERRAIN PARTICULIÈRES À MADAGASCAR.**

#### **III.1. QUELQUES RÉALITÉS DE TERRAIN IMPORTANTES À CONNAÎTRE**

Les apparences sont souvent trompeuses en milieu rural, et c'est particulièrement vrai à Madagascar. Outre la culture malgache du non-dit, qui pousse les gens à peu parler de ce qui est important, faisant du silence une véritable arme de pouvoir et maintenant le savoir entre les mains des plus âgés, de nombreuses réalités de terrain viennent s'interposer entre l'enquêteur étranger et les interprétations qu'il fera des réponses obtenues [Fauroux, 2002].

Les communautés villageoises sont loin d'être des unités simples et homogènes : elles sont complexes et structurées par plusieurs types de pouvoir peu apparents. Il s'agit de réalités qui opacifient les mécanismes sociaux locaux. Certains pouvoirs résultent de l'exercice d'une fonction de médiation assurée entre les vivants et les forces de la Surnature (des ancêtres, ou des esprits d'origine royale par exemple). D'autres pouvoirs émanent de la création d'une forme de dépendance, asservissant autrui en faveur de soi-même ou de son groupe lignager. Une personne peut, par exemple, user de sa richesse et de sa générosité afin de pousser les autres à tenter d'obtenir ses faveurs. Enfin, les pouvoirs de l'État, en extériorité absolue par rapport aux groupes locaux, s'exercent sous la forme d'injonctions dissymétriques sur les membres de la communauté. Tous ces pouvoirs entrent perpétuellement en conflit, se contestent, et cherchent chacun à s'étendre. Un villageois n'est donc pas souvent prêt à dire ce qu'il est vraiment, notamment par crainte de susciter de la jalousie ou parce que ça risque de déstabiliser sa place, en équilibre fragile, dans la société.

Notons également que les interventions d'origine extérieure à la communauté peuvent être interprétées, utilisées, et manipulées dans la perspective de s'attribuer plus de pouvoir, de quelque nature qu'il soit. Ce phénomène apparaît très régulièrement lors de la venue d'un personnage important, d'un étranger, ou d'une équipe de recherche. Avant même de poser des questions, un enquêteur participe donc involontairement à ces jeux de pouvoir, qui constituent une première barrière très conséquente à la bonne interprétation de la réalité qu'il étudie. Peu importe la nature de ses intentions, divers moyens ont été mis en œuvre depuis longtemps pour égarer le visiteur importun et naïf. On lui dissimule l'importance effective des gens en montant des mises en scène plutôt sophistiquées qui entravent ses tentatives de lecture de la

réalité. Il ne s'en rend pas compte par les marques de respect et les remerciements chaleureux des villageois qui savent comment se montrer très accueillants, attitudes qui font souvent partie de la mise en scène elle-même.

En outre, un village en apparence soudé peut cacher des clivages et des haines tenaces soigneusement masquées. La progression d'une enquête peut s'en trouver sérieusement ralentie voire stagnante puisqu'on préfèrera entraîner le visiteur sur une fausse piste plutôt que de lui indiquer la bonne personne à rencontrer, qui se trouve justement être l'objet d'une certaine animosité. C'est incontestablement une deuxième barrière à franchir pour le chercheur.

Un autre phénomène difficile à appréhender est celui des rumeurs. Il n'est pas rare que la personne interrogée face appelle, en toute bienveillance, à ce qu'elle pense à tort être une vérité. Les rumeurs, les anecdotes, ont parfois une telle consistance qu'elles passent pour des faits d'expérience. Alors, il n'est pas évident de savoir si la pratique évoquée est avérée pour l'interrogé ou pour son entourage, même s'il lui est demandé de répondre par rapport à lui-même [Fauroux, 2002].

Enfin, un dernier groupe d'embûches se dresse sur le chemin de l'enquêteur. Malgré les difficultés énoncées ci-dessus, il est possible d'accéder à un savoir, mais celui-ci peut s'avérer décevant par rapport aux objectifs fixés. La conscience verbale est pauvre sur certains thèmes. Les questions concernant notamment les techniques s'attirent souvent la réponse « Nous faisons comme cela car nos ancêtres le faisaient aussi ». Le savoir technique aurait été perdu au fil des générations et il n'en resterait que la pratique. Parfois, le recours à la tradition peut aussi servir à éluder une conversation jugée trop longue.

Aussi, le contenu de la mémoire peut être approximatif, manquer de détails. Un événement ayant eu lieu sept ou huit générations auparavant peut être raconté comme s'il s'agissait d'un témoignage relatant un fait de la veille, tellement il a été traumatisant pour les ancêtres. Cela s'accompagne souvent de pertes et de transformations de l'information.

La pensée malgache s'exprime de façon symbolique, et lorsqu'elle rencontre le mode de pensée de l'enquêteur qui est souvent emprunt de réflexion cartésienne, certains aspects de la réponse formulée sont perdus par la conversion d'un mode de pensée à l'autre. Cette perte est accentuée par la barrière de la langue qui implique souvent un interprète risquant lui aussi d'implémenter des erreurs dans le message, de par ses propres perceptions [Fauroux, 2002]. Ceci montre l'intérêt de connaître les langues officielles et dialectes utilisés dans une zone d'étude : ces détails font aussi partie du contexte de l'enquête et serviront à la bonne orientation de son interprétation ultérieure.

Nous voyons ici que bien des concepts doivent être pris en compte lors d'un travail de terrain en collaboration avec des populations rurales malgaches. De plus, si les contacts sont approfondis en enquêtes, l'interprétation des réponses, doit elle aussi faire l'objet de précautions.

### **III.2. L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES AU COURS D'ENQUÊTES**

La base de l'enquête ethnographique est de faire feu de tout bois. Les données recueillies au cours d'enquêtes sont généralement très variées. Pour en rendre compte, il faut éviter de faire disparaître la richesse des informations obtenues sous des concepts déjà existants. C'est au contraire le terrain qui doit servir de base à l'élaboration de concepts nouveaux et éclairants. L'interprétation ne porte pas uniquement sur la réponse obtenue du point de vue tout à fait objectif, mais également sur les silences, les embarras, les malentendus

riches de sens, les tons, les comportements qui accompagnent cette réponse. Autrement dit, il n'y a pas que la réponse qui compte, mais également tout ce qui fait partie de son contexte, y compris l'enquêteur. Tout cela offre une part importante de subjectivité aux informations recueillies et ne doit en aucun cas être laissé de côté. C'est parfois l'essence même de l'interprétation d'une enquête ; cela met le doigt sur les gènes, les difficultés, les soucis, et même les secrets.

Le travail d'interprétation commence par la synthèse de toutes les réponses obtenues, le plus souvent sous forme de tableaux, en gardant la trace de qui les a fournies. Cela permet de situer l'enquête, et d'interpréter les réponses en fonction du contexte. Outre le caractère particulier lié aux enquêtes en territoire malgache, les villageois peuvent mentir par omission ou vouloir donner une meilleure image d'eux-mêmes. Pour démêler le vrai du faux et le plausible du probable, il faut procéder en permanence avec un « doute méthodique ». Dans les réponses données, il faut séparer les faits et les jugements sur les faits. Le mieux est de comparer les réponses subjectives formulées par des personnes proches socialement, du même âge, du même sexe, peut-être même des voisins. C'est ainsi qu'on peut distinguer des clivages, des diversités d'opinion, ou simplement des pratiques tout à fait variées [Beaud & Weber, 2010].

## IV. CADRE DE L'ÉTUDE ET ÉTAT DES CONNAISSANCES CONCERNANT LA PROBLÉMATIQUE

### IV.1. ZONE D'ÉTUDE : DESCRIPTION ET DONNÉES CLIMATIQUES

Comprise entre 12 et 25° de latitude au sud-est du continent africain, l'île de Madagascar est presque entièrement incluse dans la zone intertropicale. La latitude et l'orographie font apparaître beaucoup de variantes climatiques sur tout le territoire, mais le climat malgache peut être résumé en trois types, liés aux courants aériens et au relief :

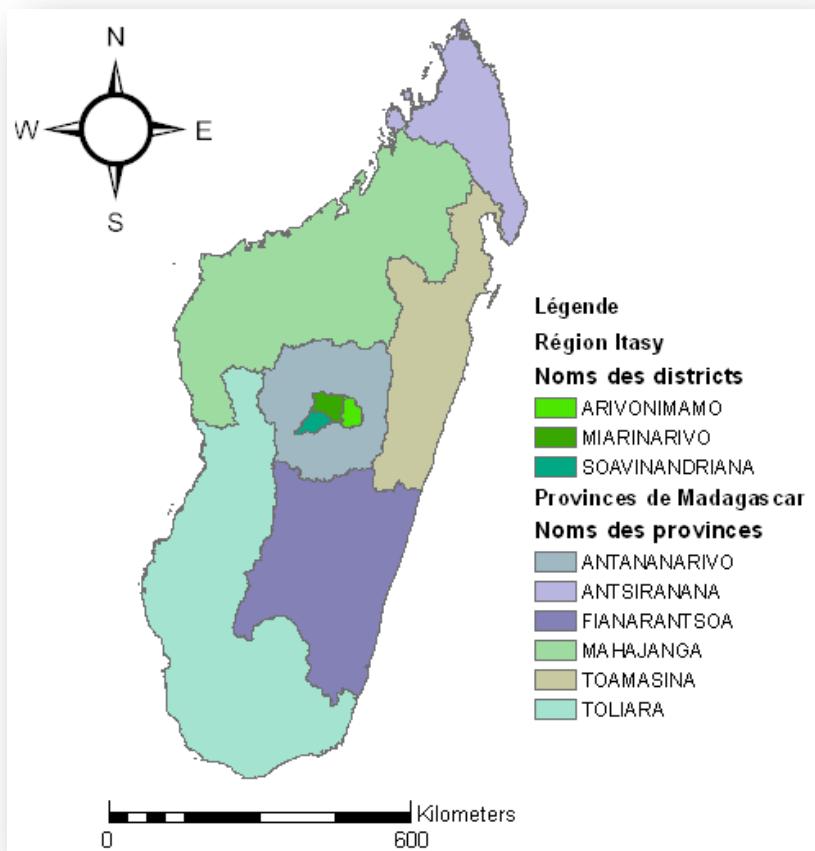
- Un type sans saison sèche proprement dite, qui comprend le versant oriental et la zone centrale de l'île, où la sécheresse est atténuée par des brouillards et de fines pluies [Cornet, 1974]. La région centrale du pays appartient à la zone tropicale d'altitude caractérisée par deux saisons marquées : la saison des pluies, saison chaude, qui dure d'octobre-novembre à mars, et le reste de l'année, qui est plus frais et sec [UPDR, 2003] ;
- Un type avec une saison sèche marquée, causée par l'effet de Foehn appliqué aux alizés, sur tout le versant occidental ;
- Un climat semi-aride à pluviosité faible et irrégulière à l'extrême sud du pays.

C'est la situation de la zone de convergence intertropicale sur l'île à certains moments de la saison chaude qui y engendre un temps instable et pluvieux à cette époque de l'année [Cornet, 1974].

Madagascar est subdivisée en six provinces, dont cinq sont côtières. Les Hautes Terres de l'Imerina central, province d'Antananarivo, se situent à une latitude moyenne de 19°S, et les altitudes rencontrées dans ce vaste territoire s'échelonnent entre 1200 et 1800m. C'est un paysage de collines, les *tanety*, surmontées par des reliefs montagneux, dans lesquels les vallons sont aménagés en rizières, éléments essentiels de la vie agricole. Sur les collines, les villageois se consacrent aux autres cultures et à l'élevage [Blanc-Pamard, 1999].

Notre étude autour du *landibe* a été réalisée dans la région Itasy, située au centre de la province, plus précisément dans la commune d'Arivonimamo située à une cinquantaine de kilomètres à l'ouest de la capitale Antananarivo. C'est une des zones du territoire malgache où les collines sont recouvertes d'un tapis forestier de l'espèce endémique *Uapaca bojeri* Baill. (Euphorbiaceae), le tapia, qui domine très largement les autres espèces ligneuses. Du

point de vue administratif, la commune d'Arivonimamo est subdivisée en une commune dite urbaine, appelée Arivonimamo I, et en une commune rurale périphérique, dénommée Arivonimamo II. La première occupe la zone centrale du territoire communal. C'est dans la seconde que s'est déroulée notre étude. Cette commune se situe à 1450 m d'altitude, avec une température moyenne annuelle de 17.7°C, une moyenne de 20.1°C pendant le mois de février, le plus chaud, et une moyenne de 14°C en juillet, mois le plus froid. Notons également que l'amplitude diurne est importante surtout pendant la saison sèche, permettant des gelées nocturnes occasionnelles. La pluviométrie annuelle y est de 1482mm. Arivonimamo est située sur les hauts-plateaux basaltiques, et le sol y est de type latéritique, sauf dans les vallées alluviales, objets de la riziculture [UPDR, 2003]. La figure 1 illustre la situation géographique de la zone d'étude sur le territoire malgache, et la figure 2 situe les différents sites d'étude dans la région Itasy. Deux sites à l'ouest d'Arivonimamo ont été visités : le site du *fokontany* de Vatolaivy, au nord de la route nationale passant par Arivonimamo et menant vers l'ouest, et le site des *fokontany* d'Amby et Ankalalahana, au sud de cette dernière. Enfin, la figure 3 illustre le type de paysages rencontrés dans la région Itasy, et plus précisément à proximité d'Arivonimamo.



**Figure 1 : Madagascar : les six provinces du pays, et les trois districts de la région Itasy, au centre de la province d'Antananarivo. (BD500, FTM ; projection : Laborde).**

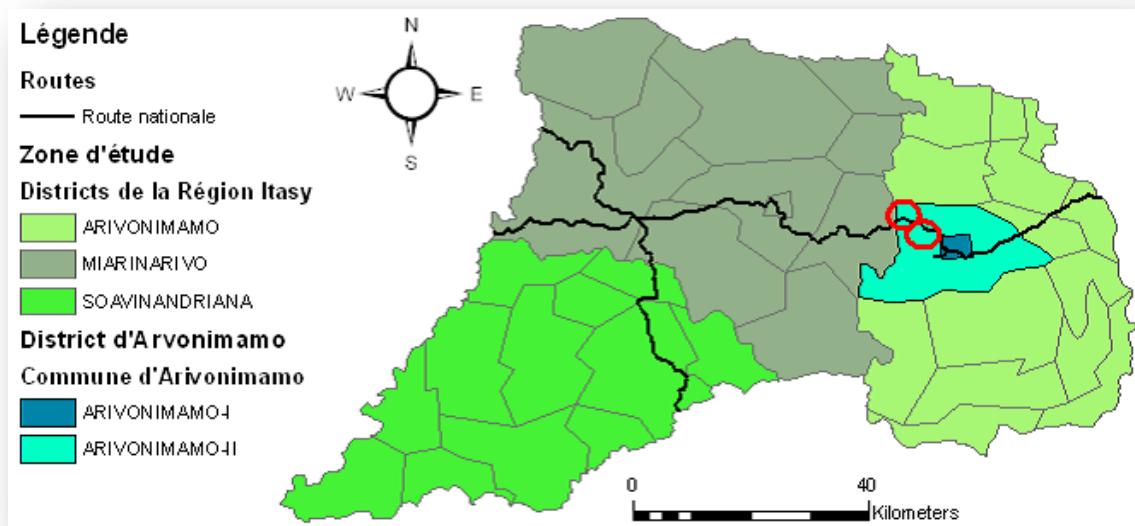


Figure 2 : Région Itasy et situation des sites d'étude par rapport à la route nationale, dans la commune rurale d'Arivonimamo. Le site de Vatolaivy est représenté par le cercle rouge au nord de la route nationale, et celui d'Amby et Ankalahana par celui au sud. (BD500, FTM ; projection : Laborde).



Figure 3 : Exemple des paysages rencontrés dans la région Itasy. Rizières, habitations, et collines couvertes de forêts de tapia, sur le territoire d'Amby, dans la commune d'Arivonimamo.

## IV.2. LANGUES ET DIALECTES PARLÉS DANS LA ZONE D'ÉTUDE

Les langues nationales parlées à Madagascar sont le Malgache standard, le Français, et l'Anglais. Le Malgache standard est un terme employé pour décrire la langue qui est parlée dans toute la province d'Antananarivo, sur les Hautes-Terres. Cependant, le territoire totalise dix-sept langues individuelles. C'est parce qu'il est parlé en région centrale du pays et donc dans la capitale que le Malgache standard est la langue officielle. Le standard ISO 639-3 (ISO 2007) définit les langues du monde par trois lettres entre crochets. Si une langue est parlée dans plusieurs pays, elle sera toujours définie par ces trois mêmes lettres. C'est le sigle [plt] qui représente la langue officielle malgache. Ces trois lettres ont été choisies pour l'abréviation du mot « plateau ». La langue qui en est la plus proche à l'extérieur de Madagascar est le Ma'anyan [mhy], parlée au sud de Borneo (Kalimantan, Indonésie). La langue se subdivise entre les dialectes suivants : Merina, Betsileo, Sihanaka, Bezanozano, Tanala, selon les régions de la province centrale. Parmi ces dialectes, c'est le Merina qui est le plus proche de la langue officielle. C'est également ce dialecte qui est parlé le plus couramment dans la commune d'Arivonimamo et dans ses alentours<sup>7</sup>.

## IV.3. DESCRIPTION DE L'ECOSYSTÈME CONCERNÉ : LES FORÊTS DE TAPIA, UTILITÉS ET MENACES

Les forêts de tapia (figure 4) sont les plus xérophytiques des forêts sempervirentes de Madagascar [Kull *et al.* – CITE 2009]. Le nom « tapia » semble venir du mot malgache « tapy », qui fait référence à l'état de ce qui est exposé à la chaleur du soleil, parce que cet arbre pousse sur les pentes bien ensoleillées. De par leur rôle dans la production de soie, les peuplements de tapia étaient jadis protégés avec soin. Mais on constate que la plupart d'entre eux ont été fortement dégradés ou détruits par les feux de brousse au cours du siècle dernier, et avec eux toute la flore très spéciale de ce que l'on appelait les bois des pentes occidentales, dont beaucoup d'espèces endémiques [Boiteau, 1999]. Déjà il y a plus d'un siècle, la surface couverte par les tapia diminuait d'année en année. Il suffisait, d'après Grangeon [1910], d'observer la terre à de grandes distances de la lisière de la forêt, pour voir les traces d'arbres disparus, matérialisées par quelques maigres repousses. Le tapia peut atteindre une hauteur de 12 m et un diamètre de 60 cm. A l'état isolé, cet arbre présente un fût vertical, mais la plupart des arbres présentent des fûts très irréguliers et tortueux, surtout sur les pentes. L'arbre est donc généralement bas, avec un houppier en boule, et possède une écorce épaisse, allant jusqu'à 2.5 cm d'épaisseur [Kull *et al.* – CITE 2009].

---

<sup>7</sup> Source : <http://www.ethnologue.com>



**Figure 4 : Les forêts de tapia. Photo prise dans le sous-bois d'un vieux peuplement. Dans les peuplements plus jeunes, la hauteur des arbres est parfois telle qu'il est difficile de se représenter l'environnement par une simple photographie.**

Les forêts de tapia sont endémiques, mais leur structure actuelle est liée à l'exploitation humaine. La pression anthropique directe, par le feu et les coupes, a fait régresser leur surface, mais l'impact d'espèces introduites et devenues invasives est loin d'être négligeable [Kull *et al.* – CITE 2009]. Les invasions biologiques constituent une cause majeure de l'affaiblissement de populations d'espèces indigènes, tout particulièrement en milieu insulaire où le taux d'endémisme est plus important qu'ailleurs [Vitousek *et al.*, 1997]. Madagascar compte 406 espèces d'essences forestières introduites, et parmi elles, 36% d'eucalyptus et de pins [Tassin *et al.*, 2009]. A Arivonimamo, la strate arborée peut être monospécifique sur des versants entiers, les eucalyptus et les pins ne se montrant que de façon sporadique et plutôt hors des peuplements de tapia à proprement parler. La densité des strates arbustive et herbacée dépend fortement d'une colline et d'un versant à l'autre, mais d'après Gaye [2009], celle des pieds de tapia n'est pas liée à l'état de dégradation de ces forêts.

Aussi, les activités humaines liées à l'exploitation de la forêt ont un impact sur celle-ci. Elle abrite le *landibe*, mais est aussi un réservoir en bois de chauffage, source de champignons comestibles, de plantes médicinales, et d'autres ressources. À 200 km au sud d'Antananarivo, une étude a permis d'établir que les forêts de tapia de cette région (Col des tapias) contribuaient à l'économie des populations à raison de 7%. Les espèces utiles pour l'homme, dans les strates arbustive et herbacée y ont été recensées. La plupart des fins d'utilisation sont d'ordre médicinal et de chauffage, mais peu d'espèces semblent apporter des fruits comestibles en grande quantité. Quelques champignons sont également décrits mais de façon brève et très peu approfondie [Kull *et al.* – CITE 2009].

L'homme exerce donc de multiples pressions sur la forêt de tapia, qu'elles soient directes et liées au mode de vie des populations environnantes, ou indirectes par le biais d'espèces introduites.

Une autre menace très inquiétante pour la forêt de tapia est l'érosion. La *lavaka* est une forme d'érosion spectaculaire qui affecte les versants des Hautes-Terres malgaches. Cette forme d'érosion est liée aux formations pédologiques de types ferralitiques et au climat régional à deux saisons, aux effets typiques duquel s'ajoutent ceux des cyclones tropicaux. Si elle semble problématique à long terme pour les populations qui vivent de la riziculture dans les vallées, cette érosion est probablement stabilisée grâce à la recolonisation végétale des gouffres créés dans le processus [Andriamampianina, 1985]. En d'autres termes, il est impératif de maintenir une végétation suffisamment abondante dans cette région pour que la forêt empêche le sol de fuir dans les vallées. La question de la lutte antiérosive, aussi bien pour le maintien des sols en place que pour la protection des vallées alluviales de l'Ouest, tient une place primordiale dans toutes les mesures prises concernant la gestion des forêts [Bourgeat & Aubert, 1972].

Enfin, la forêt de tapia est d'une importance capitale pour le maintien des sols en place, importance qui n'a d'égal que sa fragilité face à la main de l'homme et aux rigueurs du climat. Elle abrite non seulement le *landibe*, mais aussi d'autres ressources encore méconnues, essentielles aux populations rurales la fréquentant. C'est généralement la loi Gelose qui est d'application sur les Hautes-Terres de l'Imerina central, mais aussi dans notre zone d'étude, et c'est pourquoi elle s'applique directement au *landibe*. Les mesures prises par les VOI depuis leur création dans la commune d'Arivonimamo donnent un résultat globalement positif concernant la protection des forêts. La principale règle retrouvée, concernant les produits forestiers non ligneux, est l'interdiction de récolte de cocons de *landibe*, pendant les quelques mois cruciaux du cycle de *B. cajani*, si pas toute l'année. Cependant, cette mesure ne semble pas respectée ni approuvée par tous. Se pose alors la question du réel impact de cette interdiction sur les populations du papillon [Diez, 2008].

#### **IV.4. LE LANDIBE : DESCRIPTION, CYCLE BIOLOGIQUE ET UTILISATIONS**

##### **IV.4.1. Le landibe – espèces concernées et connaissances des villageois.**

Comme précisé par Diez [2008], c'est souvent l'espèce *Borocera cajani* Vinson qui est associée au *landibe* dans la région d'Arivonimamo. Cependant, le genre *Borocera* compte plusieurs espèces séricigènes et il est difficile de savoir si les cocons prélevés viennent tous uniquement de *B. cajani*. De Lajonquière [1972] précise d'ailleurs que les espèces *B. madagascariensis* et *B. cajani* ont fait l'objet de doutes quant à leur éventuelle cospécificité. L'auteur argumente la séparation des espèces. Dans la commune d'Arivonimamo, 75% des cueilleurs interrogés considèrent qu'il n'y a qu'un seul *landibe*, et 14% en connaissent deux espèces [Diez, 2008]. Cela illustre parfaitement le fait qu'il peut exister un nom vernaculaire pour plusieurs espèces linnéennes correspondantes.

Les connaissances biologiques des villageois sur le *landibe* dépendraient très fortement de leur niveau d'activité par rapport à celui-ci. D'après Diez [2008], très peu de cueilleurs ont de réelles connaissances sur la biologie du papillon, puisque c'est la chenille qu'ils décrivent, plus facile à observer, et plus facile à distinguer d'une espèce à l'autre dans le genre *Borocera*. Ainsi, ils parlent du *landimenamaso* (de « mena », « rouge » ; et « maso », « les yeux »), pour les piquants rouges présents sur la partie antérieure de la chenille de *B. cajani*; du *landimbato* (de « bato », « pierre »), pour son mimétisme remarquable, et qui serait la chenille de l'espèce *B. nigricornis* ; et enfin, du *landisavina*, associé à *B. marginepunctata* [Diez, 2008].

En ce qui concerne l'évolution des populations de *landibe* dans les forêts d'Arivonimamo, les villageois mentionnent généralement une forte augmentation des populations au début des années 2000, puis leur nette diminution depuis 2004-2005. Ces témoins laissent sous-entendre que l'espèce serait réellement menacée. Ils blâment notamment pour cela quelques oiseaux prédateurs dont le martin triste (*Acridotheres tristis* L.), le *kakafotra* (*Cuculus rochii* Hartlaub), et le *goaka* (*Corvus albus* Muller), et quelques fois les temps pluvieux et venteux [Diez, 2008].

#### IV.4.2. Cycle biologique, plantes hôtes, et ennemis du landibe

Très polymorphe, le genre *Borocera* est aussi très polyphage. Il est rencontré un peu partout à Madagascar sur des plantes nourricières assez variées : l'eucalyptus, le saule pleureur, le tamarinier, les palétuviers, le mimosa, le manguier, le caféier, selon les régions. Le tapia, base floristique de la strate arborescente de la région d'Arivonimamo, est probablement la principale des plantes hôtes du *landibe* sur les Hautes Terres. C'est aussi pour cela que la région est un des centres principaux de récolte des cocons dans le pays [CITE, 1994 ; Razafimanantsoa, 2008].

La figure 5 illustre le cycle de vie annuel de *B. cajani*, espèce bivoltine. Le cycle d'été s'étend de décembre à mars, et le cycle d'hiver commence fin mars pour se terminer par la nymphose en juillet. Le deuxième cycle est plus lent en raison de la baisse des températures. Une femelle est capable de pondre jusqu'à 540 œufs, avec une moyenne de 400 à 450 œufs, qui éclosent régulièrement 10 jours après la ponte, mais cela peut varier selon qu'il s'agisse de la ponte d'hiver ou de la ponte d'été. Les stades larvaires sont au nombre de cinq. Les chenilles présentent un grand polymorphisme, avec des couleurs qui peuvent varier du gris terne jusqu'à des couleurs plus brunâtres voire rousses. Elles présentent sur l'anneau antérieur du corps quatre bouquets de piquants entremêlés de poils fauves, qu'elles déploient lorsqu'elles sont dérangées, en guise de signe dissuasif pour d'éventuels prédateurs [CITE, 1994 ; Razafimanantsoa, 2008].

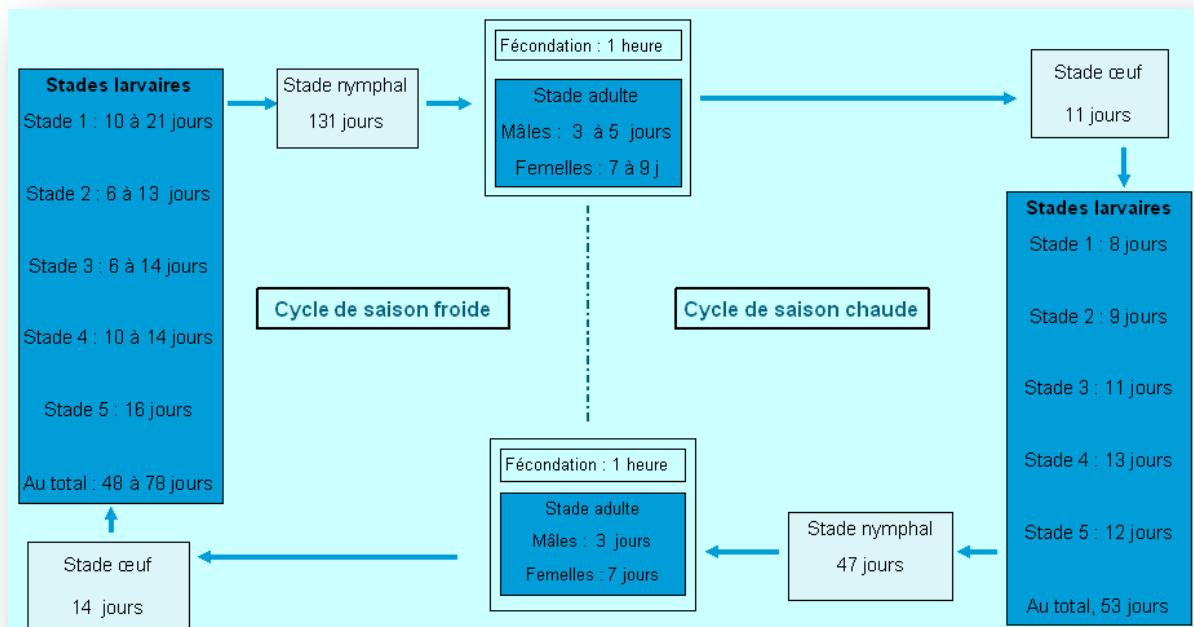
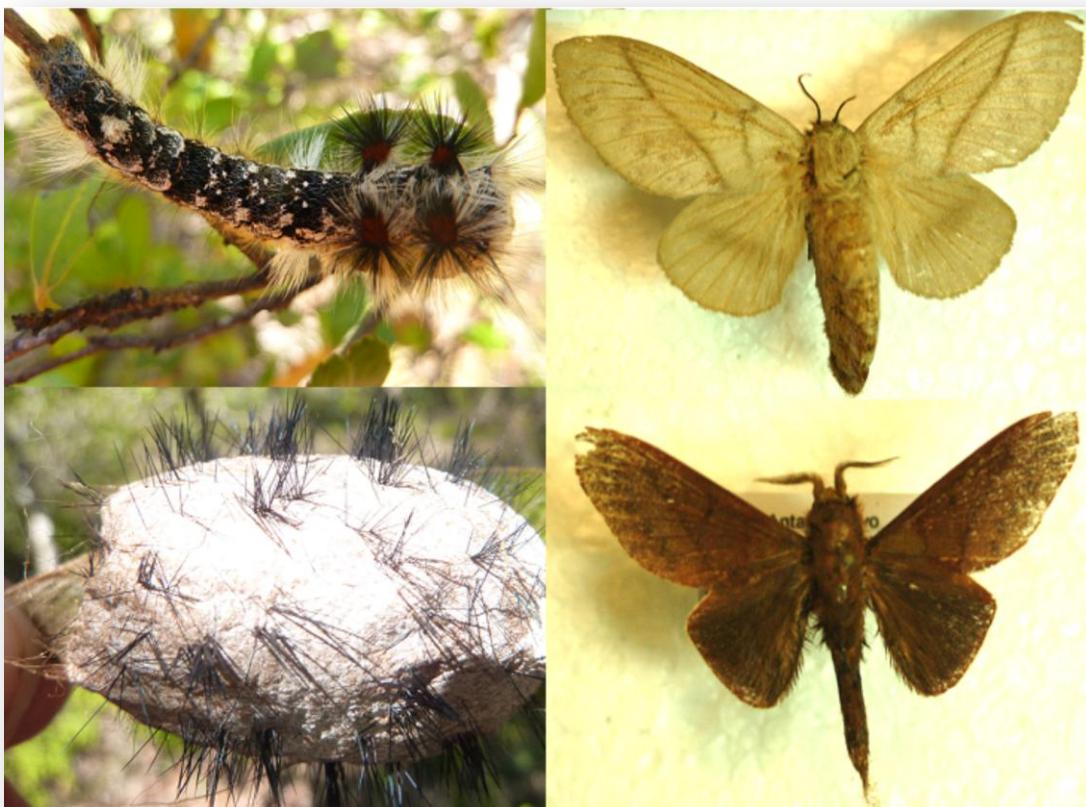


Figure 5 : Cycle de *Borocera cajani* V. Sources : [Diez, 2008, Razafimanantsoa, 2008]

La nymphose s'effectue à différents endroits selon la période de l'année : soit sur l'arbre nourricier, à des hauteurs variables à la fin du cycle de saison des pluies, soit dans les herbes hautes ou encore dans des anfractuosités de rochers pendant le cycle d'hiver. Les indigènes connaissent ces réalités, et préparent les herbes hautes pour pouvoir récolter les cocons plus facilement. Ils y aménagent de petits fossés où les chenilles tombent sans pouvoir en ressortir, avec des touffes d'herbes pour la construction des cocons [CITE, 2004]. Les cocons ont une forme ovalaire d'une longueur de 4.5cm, et d'une circonférence de 7 cm. La soie dont ils sont formés est très fine, et très serrée. Les cocons sont vêtus de piquants revêches, vestiges de ceux présents sur les larves [Vinson, 1863].

Les Lasiocampidae sont des Hétérocères parfois diurnes, au corps épais et de couleur généralement sombre ou terne, tirant vers le brun. Les femelles des espèces de cette famille sont beaucoup plus massives que les mâles, et c'est aussi le cas chez *B. cajani*. Les femelles sont de couleur gris perle à beige, l'envergure moyenne de leurs ailes antérieures de 6.2cm pour une longueur de corps moyenne de 3.4cm ; alors que les mâles sont plus petits, avec 5cm d'envergure et 2.6 cm de longueur de corps, et de couleur plus foncée allant du brun au rouge brique [Vinson, 1863 ; Chinery, 1988]. La figure 6 illustre le cinquième stade larvaire, un cocon, et le dimorphisme sexuel chez l'imago. Des études réalisées dans le cadre du projet devraient sans tarder apporter des informations plus précises sur l'espèce, surtout en ce qui concerne les différents stades larvaires et l'alimentation [Leslie Wilmet, Communication personnelle].

Enfin, outre les oiseaux connus des villageois pour être des ennemis du *landibe*, d'autres prédateurs les guettent. Des parasites des familles des Ichneumonidae, des Braconidae (Hyménoptères), ainsi que des Tachinidae (Diptères) peuvent empêcher l'aboutissement des stades larvaires ou de la nymphose [Razafimanantsoa, 2008].



**Figure 6 : Borocera cajani Vinson.** Larve de cinquième stade, cocon, adulte femelle (en haut à droite), et adulte mâle (en bas à droite). Photos : Leslie Wilmet et Tsiresy Razafimanantsoa.

#### IV.4.3. Le *landibe* et les autres fils employés pour le tissage

Le *landibe* n'est pas le seul fil utilisé pour le tissage. Nous avons déjà cité quelques autres espèces séricigènes connues à Madagascar, mais actuellement il semblerait que le coton et les fils synthétiques soient les plus employés. La soie est un matériau plus cher et demande un plus grand investissement.

La récolte des cocons est une activité villageoise, toujours saisonnière et complémentaire aux autres activités telle que l'agriculture. Elle s'apparente à la récolte d'autres produits forestiers non ligneux tels que les champignons, les fruits de tapia et les *bokana*, chenilles faisant parfois l'objet de repas. Les villageois indiquent deux périodes de récolte par an : une récolte d'été en février et mars, où les cocons sont abondants dans la canopée, et une récolte d'hiver, durant les mois de juin à août, dans les hautes herbes sous les tapia. Les cocons sont soit vendus sur place ou au marché d'Arivonimamo, soit utilisés par les tisseuses locales qui réalisent l'extraction de la soie et la tissent sur des métiers artisanaux. D'autres tisseuses achètent les fils au marché ou à des vendeurs qui viennent à leur domicile. Ce phénomène est dû à la petite quantité de cocons présents actuellement dans la forêt. C'est cette même cause qui empêche les tisseuses de soutenir la production de soie et de *lamba* uniquement à l'aide du *landibe* [Diez, 2008].

Pour préparer la soie de *landibe*, les cocons d'abord brossés sont ensuite bouillis, ce qui permet de rendre le fil plus lâche et plus souple. De plus, cette opération a pour avantage de débarrasser facilement les fils des piquants résiduels qu'ils renferment, souvent responsables de démangeaisons, d'irritation, lorsqu'ils sont insérés sous la peau, voir d'ophtalmies sérieuses lorsqu'ils sont projetés dans les yeux [Vinson, 1863]. Dans la région d'Arivonimamo, la bourre obtenue après séchage de la soie bouillie est étirée à la main en faisant rouler ou tourner le fil sur une plaquette de bois rugueuse et mouillée. La teinture du fil peut se faire de façon artisanale avec des produits naturels ou de façon artificielle [Diez, 2008].

#### IV.4.4. L'exploitation de la soie de *landibe* : l'élevage traditionnel en extérieur

L'exploitation de la soie de *landibe*, semble impossible au moyen d'une méthode d'élevage en intérieur. Les chenilles de *landibe* auraient besoin de migrer et de se déplacer, ce qui provoquerait leur mauvais développement dans un lieu enfermé. Toutefois, beaucoup d'informations manquent à ce sujet, notamment quant aux facteurs effectivement impliqués [Diez, 2008].

La méthode traditionnelle d'élevage du *landibe* prend place en extérieur. Les papillons provenant des cocons les plus beaux sont utilisés pour assurer la reproduction. La femelle est nouée par une patte à une petite branche ou une botte d'herbes sèches pour y réaliser sa ponte. C'est l'opération de grainage. Ce support est ensuite placé sur la plante choisie pour nourrir les larves, avant ou après éclosion. Une surveillance importante est nécessaire pour éviter la présence des prédateurs et empêcher une migration trop importante des vers. De petits fossés peuvent être créés à cet effet autour de la parcelle d'élevage. Si cette méthode d'élevage semble élaborée, les cueilleurs d'aujourd'hui semblent se contenter de collecter les cocons dans la forêt, sans chercher à en assurer la reproduction [Diez, 2008].

#### IV.4.5. L'action des VOI pour la sauvegarde du landibe

Le *landibe* étant un produit forestier, la loi Gelose s'y applique directement. C'est ainsi que les VOI de la région, regroupés sous un groupe appelé « Union maintso » (soit « union verte ») ont mis en place différentes mesures de sauvegarde de la ressource, sous l'impulsion du SAGE (Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement, association financée par l'ONIDO – United Nations Industrial Development Organization). Des enquêtes réalisées par Diez [2008] expliquent ces mesures.

Certains VOI ont construit un local de ponte qui semblait avoir donné de bons résultats au vu de la hausse remarquée des populations de *landibe* ultérieure. Mais la pratique a rapidement été abandonnée. Une des causes de cet abandon est le manque de temps à consacrer à la surveillance collective et au grainage, alors que d'autres activités sont primordiales, comme l'agriculture. De plus, il semblerait que l'action soit vaine, au vu du nombre de chenilles mangées par les prédateurs. Des essais de protection contre le martin triste ont par ailleurs été réalisés à l'aide d'un filet de protection placé autour des arbres, mais leur destruction par le vent a abouti à l'abandon de cette technique. Enfin, certains VOI ont pris pour mesure d'interdire la collecte des cocons sur leur territoire pendant toute l'année. Certains villageois disent qu'il ne s'agit que d'une suggestion faite par les VOI, quand d'autres affirment ouvertement ne pas se soucier de cette règle.

Puisque les pratiques traditionnelles de l'élevage semblent tomber en désuétude, que les actions entreprises semblent vaines, et que les prédateurs semblent responsables en grande partie de la disparition du *landibe*, on peut dès lors s'inquiéter du niveau réel actuel des populations de *landibe* dans les forêts de tapia.

### V. PRINCIPE DU PIÉGEAGE LUMINEUX : TECHNIQUE ET VARIABLES INFLUENTES

La technique du piégeage lumineux permet l'observation des populations de papillons nocturnes, ainsi que leur comptage. On en retrouve de nombreux exemples dans la littérature. Cette technique est pour ainsi dire le seul outil utilisé lorsqu'il s'agit d'étudier des Hétérocères au stade imago. Elle est en outre efficace dans l'attraction de nombreux insectes appartenant à des ordres variés. Elle est toujours constituée d'une source lumineuse assez forte, permettant l'attraction des insectes, associée à un dispositif de piégeage. Souvent, ce dernier a pour rôle de tuer l'insecte, permettant son identification ultérieure [Leberre, 1969]. L'attraction lumineuse se fait généralement au moyen de lampes à vapeur de mercure car elles émettent en grande partie dans les ultra-violets, rayons auxquels les papillons nocturnes sont particulièrement sensibles [Claude, 2001].

Le nombre de captures obtenues par un piège dépend très généralement de quatre variables ou groupes de variables qui sont les suivantes:

#### 1. Le niveau des populations d'insectes présents lors du piégeage.

C'est généralement cette variable qui fait l'objet de l'étude entreprise. Il est évident que le nombre d'individus d'une espèce dans un écosystème dépend avant tout de la période de l'année qui est investiguée ; il faut qu'elle corresponde à la période d'activité ou de visibilité de l'espèce étudiée. Ceci est vrai pour autant que l'étude soit effectuée au sein de l'aire de répartition et de l'habitat de cette espèce.

## 2. Les conditions météorologiques du moment.

Ces conditions peuvent être réparties en deux catégories selon qu'elles agissent sur l'activité des insectes ou sur les qualités attractives du piège. Dans la première catégorie, on trouve la température, l'humidité relative de l'air, la pluie, la luminosité (présence ou absence de la lune). La seconde catégorie comprend la nébulosité et le clair de lune (soit la phase lunaire en cours). En effet, la phase a un impact sur la période d'émergence des Hétérocères. Selon les espèces, l'émergence se fait presque systématiquement pendant la même phase du cycle lunaire, même dans des sites différents [Nowinszky *et al.*, 2010].

Ce sont probablement les variables les plus importantes lors de l'étude d'un peuplement entomologique, puisque c'est la présence ou l'absence, et l'intensité de ces facteurs qui rendent favorable ou défavorable la présence des individus selon les espèces. S'ils sont mesurés, il est alors possible d'éliminer leur influence au moyen d'une analyse de covariance, et d'estimer le niveau de la population. De plus, cela permet d'apporter des données supplémentaires aux connaissances biologiques sur les espèces capturées.

## 3. Les caractères éthologiques et physiologiques propres aux insectes.

Le comportement d'un papillon nocturne à l'approche d'une source lumineuse attractive évolue dans le temps, en plusieurs étapes d'agitation, avant de se terminer par une stabilisation. Ce comportement n'est pas identique pour toutes les espèces [Leberre, 1969], ni pour les deux sexes au sein d'une espèce.

## 4. Les qualités du piège utilisé.

Il est généralement impossible de connaître avec exactitude quelle fraction du peuplement est susceptible d'être attirée et capturée, et donc quelle est la densité de ce peuplement au moment du piégeage. Cependant, il sera possible d'associer les variations numériques des captures aux fluctuations du niveau des populations inventoriées pour autant que les trois autres groupes de variables soient connus [Leberre, 1969].

# VI. OBJECTIFS POURSUIVIS DANS LE CADRE DE CE MÉMOIRE ET HYPOTHÈSES RELATIVES

## VI.1. OBJECTIFS

Les pistes de recherche dans le cadre du projet Gevabo sont nombreuses. Ce travail s'articule en deux phases de par la réorientation dont il a dû faire l'objet (cf. avant-propos). Leurs objectifs respectifs sont présentés ici et développés dans leur intégralité, même si une partie des recherches a été abandonnée dans la première phase. Les objectifs effectivement suivis ainsi que les résultats obtenus sont discutés dans les chapitres de résultats relatifs aux deux phases.

Les modes de gestion concernant le *landibe* peuvent varier d'un VOI à l'autre. Le premier objectif de ce mémoire est de mettre en évidence des différences au niveau des populations de *landibe* entre sites à modes de gestion différents. Un des sites choisis pour l'étude est caractérisé par l'interdiction totale de collecte de cocons tout au long de l'année, et l'autre par l'absence de cette interdiction. Dans le but de qualifier la qualité et l'utilité de la gestion mais surtout de déterminer le degré d'impact de l'homme sur la ressource, le recensement des adultes du *landibe* dans ces deux sites peut se faire par piégeage lumineux.

Le mode de gestion appliqué par un VOI doit l'être par l'intégralité de ses membres. Au moyen d'enquêtes auprès de la population, il est possible d'estimer si les règles sont suivies. Les interviews auprès des villageois vivant près des sites inventoriés doivent permettre d'approfondir l'interprétation des résultats de comptage réalisés lors des inventaires nocturnes par piégeage lumineux. De plus, elles constituent un moyen efficace de discuter de la présence des éventuels prédateurs du *landibe*, dont les inventaires sont plus fastidieux à réaliser, surtout en ce qui concerne les oiseaux.

Le piège lumineux attire une certaine variété d'autres espèces d'Hétérocères, répertoriées antérieurement dans le cadre du projet Gevabo. En dénombrant leurs apparitions en plus de celles du *landibe*, des relations hypothétiques peuvent être établies entre elles. Cela permet d'identifier les espèces qui émergent au même moment que le *landibe*, les éventuelles espèces rencontrées de façon permanente, et des espèces sur lesquelles il pourrait être judicieux d'approfondir les études. En outre, ce comptage rend plus détaillée la comparaison entre sites d'études. Il peut montrer le niveau d'impact du mode de gestion d'un VOI sur d'autres espèces que le *landibe*.

Simultanément au comptage, des variables environnementales peuvent être mesurées ou notées : l'humidité relative, la température, la présence ou l'absence de la lune et les heures où les différents imagos sont observés. La prise en compte de ces détails a pour objectif d'obtenir des informations sur l'écologie des espèces étudiées, surtout celles du genre *Borocera*, et d'identifier les déterminants des conditions favorables à leur apparition.

Enfin, pour améliorer encore la comparaison entre sites, des inventaires floristiques doivent y être réalisés pour en déterminer la richesse et l'abondance en espèces végétales. Cela permet de mieux définir les milieux étudiés, de montrer leur état de dégradation, en mettant en lumière les disparités entre les deux sites. En effet, on ne peut pas relier la présence et l'absence du *landibe* aux seules actions entreprises par les hommes aujourd'hui. La nature conserve des traces des traitements subis par le passé, et c'est notamment ce que ces inventaires peuvent refléter. Ils doivent bien entendu être réalisés en périphérie directe du piège lumineux.

La deuxième phase de ce travail consiste à décrire les produits sauvages comestibles abrités par la forêt de tapia. L'étude des insectes, des plantes sauvages et des champignons consommés a pour objectif d'éclairer les relations de dépendance entre l'homme et la forêt, et de définir les autres ressources qu'elle abrite et qui sont exploitées. Les périodes et les lieux de récolte, les mœurs de consommation ou de vente, et la fréquence de consommation de ces produits indiquent leur importance dans le quotidien des populations dépendantes du *landibe*. On peut obtenir ces données au moyen d'enquêtes auprès des villageois concernés.

Pour ne pas être simplement descriptif quant à ces ressources, une analyse de leur contenu alimentaire permettra de les situer dans leur contexte, de les comparer au riz par exemple, aliment de base de la région d'étude, et de qualifier leur apport nutritionnel dans ce contexte. Ceci peut être effectué via une analyse des proportions des différents acides aminés et acides gras que l'on y retrouve, mais aussi des sucres, des vitamines, et des oligo-éléments. Définir la composition alimentaire des produits recensés ayant pu être récoltés constitue le second objectif de cette phase du travail.

Enfin, un dernier objectif concernant ces produits sauvages comestibles se déduit des deux premiers. Il consiste à élaborer des stratégies alternatives à l'utilisation du *landibe* en tant qu'aliment mais aussi en tant que source de revenus, qu'il procurait lorsque ses populations étaient abondantes.

## VI.2. HYPOTHÈSES

Des objectifs généraux définis ci-dessus découlent des hypothèses de travail. C'est elles qui seront mises à l'épreuve dans le but d'atteindre les objectifs d'approfondissement des connaissances dans le cadre du projet Gevabo.

- I. Les membres des VOI connaissent et respectent les règles et interdictions qui permettent de gérer la forêt et ses ressources, dont le *landibe*.
- II. Les populations d'oiseaux prédateurs sont similaires sur les deux sites étudiés, d'après les dires des villageois.
- III. Les inventaires floristiques entre sites à mode de gestion différents par rapport au *landibe* montrent une similitude entre les milieux étudiés.

Ces trois hypothèses ont pour but de déterminer les facteurs à considérer dans l'interprétation des données de comptage lors des inventaires. Malheureusement, elles n'ont pas pu être vérifiées, au vu de la réorientation du travail. Les méthodes employées pour parvenir à ces vérifications n'ont pas été établies.

- IV. Les populations de *landibe* sont supérieures dans le site où le mode de gestion interdit leur collecte, et celui-ci est donc déclaré comme efficace.
- V. Des espèces rencontrées lors des inventaires méritent une étude approfondie pour déterminer leur rôle par rapport au *landibe*, et leur impact dans l'écosystème.

Cette hypothèse clôture celles relatives aux inventaires nocturnes.

- VI. Les forêts de tapia contiennent des ressources sauvages comestibles et consommées régulièrement par les villageois.

Cette hypothèse est considérée comme vérifiée dès le départ pour les chrysalides de *landibe*.

- VII. Ces ressources sont consommées régulièrement par tous les membres de la communauté sondée.
- VIII. Ces ressources constituent des moyens de subsistance pour les populations en périodes où l'alimentation devient difficile.
- IX. Ces ressources constituent de bons apports en acides aminés et en acides gras dans l'alimentation des populations qui les consomment.
- X. Il existe parmi ces ressources des alternatives potentielles à la consommation du *landibe* et à la source de revenus qu'il constituait lorsque ses populations étaient vigoureuses.

## VII. LES INVENTAIRES NOCTURNES : ÉTUDE DES POPULATIONS DE LANDIBE DANS DEUX SITES D'ÉTUDE A GESTION DIFFÉRENCIÉE – MATÉRIEL ET MÉTHODES

### VII.1. SITES CHOISIS ET NOMBRE D'INVENTAIRES EFFECTUÉS

Les sites choisis pour les inventaires nocturnes sont décrits dans le tableau 3. Ce choix est avant tout basé sur le mode de gestion appliqué par les VOI qui en ont la responsabilité. Tous deux situés dans le *fokontany* de Vatolaivy (figure 2, page 15), à une douzaine de kilomètres, à vol d'oiseau, à l'Ouest d'Arivonimamo, et séparés par une distance de 4.22 km (source : logiciel Google Earth 2010). Ils n'ont pu être investigues chacun qu'à raison d'une fois par semaine, pendant trois semaines consécutives, soit les nuits du 22 et du 23 février la première semaine, les 3 et 4 mars ensuite, et les 8 et 9 mars 2010 pendant la dernière semaine. Le commencement des inventaires à la fin du mois de février devait permettre de cerner l'émergence d'été de *B. cajani*.

Tableau 3 : Caractéristiques des sites choisis dans le *fokontany* de Vatolaivy.

	Site 1	Site 2
Nom du village le plus proche	Manarina (M)	Kianjamarina (K)
Nom du VOI dont les sites dépendent	Risika	Analamaintso
Mode de gestion appliqué vis-à-vis du <i>landibe</i>	Interdiction de cueillette de cocons tout au long de l'année, depuis 2005 (année de mise en application du contrat de gestion de 3 ans)	Autorisation de cueillette pendant toute l'année
Dates d'inventaire	22/2, 4/3, 8/3	23/2, 3/3, 9/3

### VII.2. PROTOCOLE D'INVENTAIRE : CONTRAINTES, HORAIRES, MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### VII.2.1. Prise en compte des variables influentes

La mise en place du protocole a duré trois semaines. Le protocole final établi dépend des conditions de terrain et des groupes de variables déterminant l'efficacité du piège lumineux. Nous les reprenons un à un ci-dessous, en détaillant la méthodologie adoptée à leur égard.

##### 1. Le niveau des populations d'insectes présents lors du piégeage.

C'est cette variable que nous cherchons à évaluer dans notre démarche, avec une attention particulière au *landibe*. En commençant nos inventaires à la mi-février, nous étions certains d'être présents pour l'émergence de fin de saison des pluies de *Borocera cajani* Vinson, espèce principale recherchée (dont le cycle est décrit à la figure 5, page 19).

## 2. Les conditions météorologiques du moment.

Puisque ces conditions ont un impact considérable sur le comportement et la présence des papillons, nous avons décidé de mesurer la température et l'humidité relative (en l'absence de pluie), et de noter la présence de la lune pendant chaque nuit de comptage. En notant ces variables régulièrement au cours des inventaires, nous pouvions alors les confronter aux données de comptage afin de déterminer leur impact sur la présence des espèces observées.

## 3. Les caractères éthologiques et physiologiques propres aux insectes.

Les connaissances de cet ordre sur la grande majorité des espèces inventoriées, si pas toutes, ne sont actuellement que sommaires. Outre leur description et éventuellement leurs périodes de vol, elles n'ont à ce jour fait l'objet que de très peu d'études. Cette variable est donc celle que nous pouvions le moins contrôler. Cependant, le travail entrepris lors des inventaires nocturnes avait un rôle essentiellement comparatif, ce qui rendait égal l'impact de ce facteur au niveau des deux sites étudiés et limite donc son importance.

## 4. Les qualités du piège utilisé.

Les caractéristiques du piège sont décrites ci-dessous. Ce dispositif est le seul que nous avons utilisé, toujours dans la même configuration, et ce peu importe le site. L'impact de ce facteur est donc similaire pour toutes les nuits d'inventaire, et limite son importance dans l'interprétation comparative.

### **VII.2.2. Description du protocole d'inventaire**

Chaque nuit d'inventaire commence à vingt heures, heure d'allumage des lampes du piège lumineux, et se termine à quatre heures le matin suivant, par l'extinction du générateur. Les huit heures nocturnes séparant l'allumage et l'extinction sont investiguées. Le découpage de la nuit d'inventaire en périodes de comptage s'effectue comme suit : quatre périodes de deux heures chacune divisées en deux étapes : une première étape d'une heure et quart que l'on appellera le rassemblement, pendant laquelle on laisse les papillons s'approcher, et une seconde étape de trois quarts d'heure, que l'on appellera le comptage. Par exemple, pour la période de 00h00 à 2h00, le rassemblement se fait de 00h00 à 1h15, et le comptage s'effectue de 1h15 à 2h00. Ce protocole résulte de plusieurs nuits préalables de tests.

Il y a plusieurs bonnes raisons de définir le protocole final comme décrit ci-dessus :

- D'abord, rappelons que le comportement d'un papillon nocturne à l'approche d'une source lumineuse attractive évolue dans le temps en plusieurs étapes d'agitation, avant de se terminer par une stabilisation. Les papillons apparaissant pendant le rassemblement peuvent donc se stabiliser, ce qui en facilite le comptage. Pendant ce dernier on commence par compter les papillons stabilisés, puis on compte les derniers arrivés, presque stabilisés ou encore quelque peu agités, avant d'entrer dans la période d'inventaire suivante.
- Ensuite, les nuits d'inventaire se succèdent toujours deux par deux dans notre cas, et la journée de battement qui les sépare est consacrée en partie au transfert d'un site d'inventaire à l'autre. Ces deux éléments rendent difficile le repos diurne nécessaire à l'inventaire de la nuit suivante, surtout dans ces régions isolées et, sous le soleil de l'été malgache.

- Enfin, en procédant de la sorte, la mesure de l'humidité relative et de la température peut se faire toutes les deux heures, permettant la réalisation ultérieure d'une moyenne pour la période investiguée. L'observation de la lune peut se faire pendant le comptage et aux heures charnières.

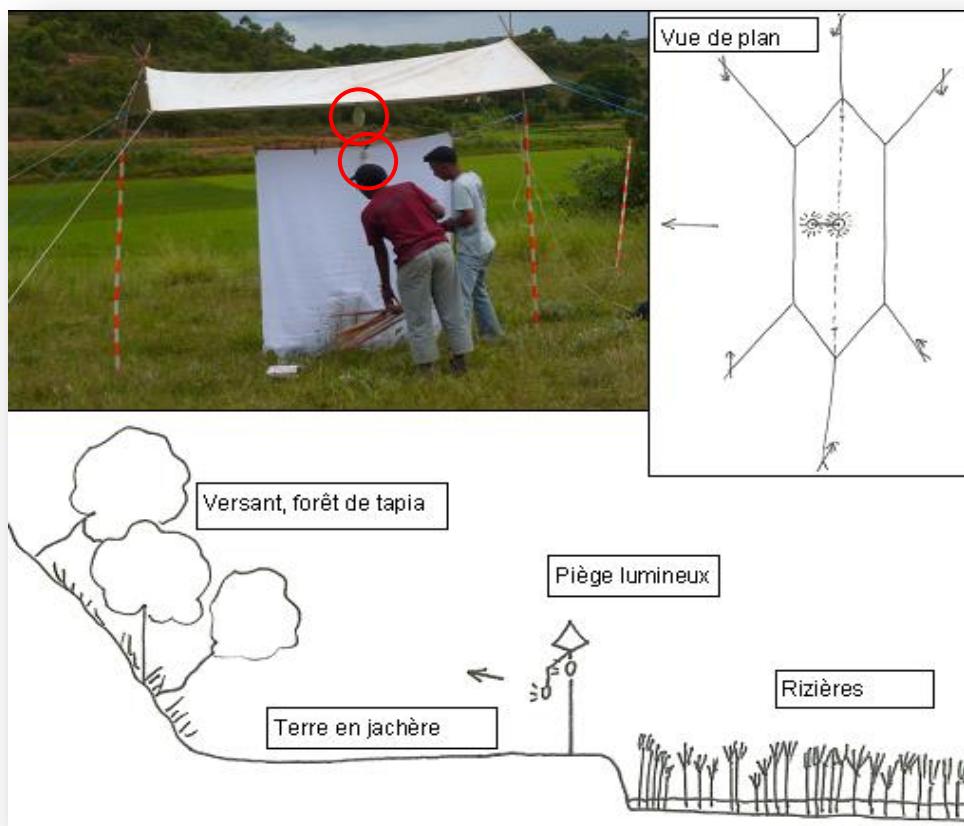
### VII.2.3. Description du piège utilisé et de ses dépendances

#### VII.2.3.1. Dispositif d'attraction lumineuse

Le même dispositif (figure 7) est utilisé sur les deux sites d'inventaire, selon la même configuration par rapport à l'environnement. Il est toujours situé au même endroit sur les deux sites, sur une terre en jachère, au bord des rizières. De cette manière, il est visible de façon maximale pour tous les versants donnant sur la vallée.

Deux piquets permettent de maintenir un drap blanc à la verticale, à l'aide d'un fil les reliant. Ils maintiennent également un petit chapiteau de couleur intérieure blanche. L'attraction se fait au moyen de deux lampes à vapeur de mercure, chacune d'une puissance de 150W. L'une se situe sous le chapiteau au-dessus du drap vertical, et l'autre se situe du côté de ce dernier qui regarde le versant de colline du côté duquel le piège est installé (cercles rouges sur la figure). Elles sont alimentées à l'aide d'un générateur à diesel pendant les huit heures de piégeage.

Le choix de ce piège a été majoritairement déterminé par le fait que ce dispositif ait déjà été utilisé dans le cadre de ce projet. Les études entreprises pour qualifier les Hétérocères des forêts de tapia ont été effectuées avec cette configuration.



**Figure 7 : Disposition du piège lumineux : configuration et orientation. Les cercles rouges représentent l'emplacement des lampes.**

### VII.2.3.2. Méthode de comptage : utilisation de « cubes de comptage »

Dans notre cas, il est bien évident que tuer les papillons après leur comptage n'est pas nécessaire, et même peu recommandé. En effet, les espèces capturées sont pour la plupart connues, et leur comptage suffit à nos besoins. Eliminer ces papillons supprimerait leurs chances de reproduction ultérieure, ce que nous ne voulons pas provoquer. Cependant, la quantité d'individus approchant le piège à chaque période de la nuit nécessite une méthode empêchant de compter plusieurs fois le même papillon. La solution envisagée doit être la moins invasive possible, et provoquer les perturbations les plus faibles sur les individus comptés, même si la moindre action de capture en comporte le risque. De par le protocole établi, cette solution doit également permettre un comptage rapide, facile et efficace, et empêcher le comptage du même individu plusieurs fois dans la nuit. Cette dernière condition a pour but de détecter les heures d'arrivée de différentes espèces.

Une méthode de comptage a donc été développée de manière originale afin de répondre au mieux à ces impératifs et est décrite ci-après. Après identification d'un individu, celui-ci est prélevé à l'aide d'une simple boîte à couvercle amovible et d'une taille adaptée, et placé dans un cube de comptage (figure 8), conçu pour conserver les papillons le temps de la chasse. Deux cubes sont disponibles pour faire face au nombre d'individus capturés, et pour permettre à l'équipe de comptage d'être plus efficace.

Les cubes sont des paniers à linge pliables d'un volume approximatif de 30 l, retournés et fixés au sol, en treillis d'une maille d'un diamètre de 5 mm. Cette taille de maille, empêche les papillons enfermés de sortir du cube. La couleur fluorescente du tissu du panier permet à la lumière un passage optimal. En opacifiant une des faces à l'aide d'un tissu foncé et opaque, et en créant l'entrée du cube à la base de cette face, les papillons placés à l'intérieur de celui-ci ne tentent pas d'en ressortir par son entrée : ils sont attirés vers les faces intérieures lumineuses, s'y précipitent et s'y accrochent en attendant leur libération. Celle-ci a lieu en fin d'inventaire, juste avant l'arrêt du générateur. Il suffit de retourner le panier pour permettre la sortie des papillons.



Figure 8 : Cube de comptage : vues sur la face opacifiée, son entrée, et sur les faces lumineuses.

### VII.3. FICHES D'INVENTAIRE ET ESPÈCES INVENTORIÉES

Le tableau 4 illustre les fiches d'inventaire utilisées pour noter les apparitions des espèces aux différentes heures de la nuit, et les variables observées. La première partie de la fiche est dédiée aux variables mesurées et observées et sert à noter la date et le site d'inventaire. L'humidité relative et la température sont mesurées à l'aide d'un thermohygromètre (marque non notée ; précision pour la température : une décimale ; pour l'humidité relative : zéro décimale (%), et ne mesure pas au-delà de 80%). La lune est observée, et la cotation suivante est suivie : si elle est absente, on lui attribue la cote de 0, si elle est présente mais cachée par des nuages de façon intermittente, on lui attribue la cote de 1, et finalement, si le ciel est bien dégagé et qu'elle est visible dans son entièreté, la cote de 2.

La deuxième partie du tableau est scindée en deux parties en vis-à-vis : la première reprend par ordre alphabétique les différentes familles et espèces observables, et la deuxième est constituée de quatre colonnes représentant les quatre périodes nocturnes de comptage.

**Tableau 4 : Fiche d'inventaire simplifiée.**

Date		Site		
Conditions atmosphériques	HR - Pluie	T	Lune	
20h				
22h				
00h				
2h				
4h				
<b>Inventaire espèces connues</b>	20-22h	22-00h	00-02h	02-04h
<i>Familles et espèces connues listées par ordre alphabétique</i>				
⋮				
⋮				
<b>Inventaire d'espèces observées pour la première fois : nom provisoire donné, description, numéro de cliché</b>	20-22h	22-00h	00-02h	02-04h

L'annexe 1 consiste en une liste reprenant les espèces d'Hétérocères peuplant la forêt de tapia, espèces que nous devions rencontrer à priori.

### VIII. LES ENQUÊTES AUPRÈS DES VILLAGEOIS : PROGRAMME ET MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

Nous présentons ici la méthodologie d'enquête relative aux produits sauvages comestibles. En effet, comme précisé lors de la présentation des objectifs et hypothèses de ce travail, les enquêtes sur les modes de gestion, devant aider à interpréter les données recueillies lors des inventaires nocturnes, n'ont pu être effectuées.

## **VIII.1. DÉMARCHE GÉNÉRALE : PROGRAMME ET QUESTIONNAIRE**

Les enquêtes se sont déroulées aux mois d'avril et mai, en plusieurs sessions espacées, dont une d'une durée de neuf jours consécutifs sur le terrain. Ce programme était avant tout lié à des contraintes logistiques. Nous avons néanmoins laissé le temps le plus court possible entre les diverses séances afin d'interroger tous les villageois sans qu'ils ne préparent leurs réponses en réaction aux témoignages d'autres personnes déjà interrogées.

### **VIII.1.1. Lieux des enquêtes et personnes interrogées**

L'annexe 2 reprend les informations concernant les 31 personnes interrogées, soit leur nom, leur âge, leur sexe, leur lieu de résidence et depuis combien de temps ils y habitent, leur statut social, le nombre d'enfants dont est composé leur ménage, leur nombre de frères et sœurs, leur profession, le nom de leur *fokontany* et de leur VOI s'ils sont en mesure de le donner, et enfin la date de l'entretien. Ces informations étaient toujours les premières demandées lors des interviews, parce qu'elles permettent de mettre la personne interrogée un peu plus à l'aise en se présentant à nous. Elles ont aussi pour avantage de figer le contexte d'enquête pour les enquêteurs. Enfin, elles constituent des indices à l'interprétation des réponses, et à leur extrapolation à l'entièreté de la communauté.

Les entretiens ont toujours eu lieu au domicile des personnes interrogées. On peut remarquer que la plupart d'entre eux se sont déroulés avec des habitants du *fokontany* d'Amby, alors que seulement six d'entre eux ont eu lieu avec des villageois de Vatolaivy, et cinq avec des habitants d'Ankalalahana (figure 2, page 15). Ceci s'explique par le simple fait que nos jours de résidence ont eu lieu à Amby, et que nous avons pu y rencontrer le plus de personnes. Le *fokontany* d'Ankalalahana était plus proche de la route nationale et il était moins évident pour nous de rencontrer les villageois, qui semblaient plus occupés et plus absents qu'ailleurs. Aussi, nous tenions à retourner au centre du *fokontany* de Vatolaivy (figure 2, page 15) pour y rencontrer les personnes qui avaient collaboré lors des inventaires nocturnes afin de les remercier de leur aide. Nous en avons profité pour interroger quelques villageois dans le but de constater d'éventuelles différences entre les régions où nous avons travaillé.

### **VIII.1.2. Questionnaire employé lors des enquêtes**

Au cours des enquêtes, nous avons toujours procédé avec le même questionnaire. Les questions sont présentées ci-dessous.

- 1) Pouvez-vous me parler des produits que vous récoltez dans la forêt pour votre alimentation ?

Cette question était répétée plusieurs fois en remplaçant le mot « produits » par les mots champignons, plantes, insectes et araignées. Après l'énumération de ces produits, nous passions à la question suivante.

- 2) Pouvez-vous me décrire les caractéristiques des produits que vous venez d'énumérer ?

Par cette question, nous voulions connaître leurs périodes et lieux de récolte, les personnes chargées de les récolter, les personnes qui les consommaient, les raisons liées à cette

consommation, la préparation dont ils faisaient l'objet, la quantité consommée et la fréquence de consommation et aussi l'existence de pratiques commerciales les concernant.

Une troisième question relative à la consommation éventuelle de *Deborrea malagassa* (*fangalabola*, Psychidae connu pour être consommé à Madagascar) était ensuite posée. Cette espèce fait en effet l'objet d'une étude dans le cadre du projet Gevabo, visant notamment à déterminer si sa soie est utilisable au même titre que celle du *landibe* [Florence Hecq, Communication personnelle].

3) Consommez-vous des larves ou nymphes de *fangalabola*?

En cas de réponse positive à cette question, nous reprenions la liste des questions descriptives concernant les ressources.

Enfin, si le *landibe* ne faisait pas partie des denrées mentionnées spontanément par les villageois, nous insistions avec la quatrième question.

4) Consommez-vous le *landibe* ?

En plus des autres sous-questions de description, nous demandions, en cas de réponse positive, si la pratique était effectuée tous les ans. En cas de réponse négative, nous voulions savoir quelles étaient les principales causes de diminution des pratiques de consommation.

### VIII.1.3. Les marchés d'Arivonimamo et d'Anosibe

Dans le but de compléter nos interprétations par du concret, nous avons visité les marchés d'Arivonimamo et d'Anosibe, le marché de la capitale qui réunit la plus grande proportion des produits qui viennent de l'Ouest malgache. Nous n'avons pu récolter que très peu d'informations à Arivonimamo, de par la période inadéquate pour la vente des produits recherchés. Quant au marché d'Anosibe, nous l'avons visité une seule fois lors de laquelle nous avons très vite compris que les étrangers n'y étaient pas les bienvenus. Dans ce marché de grossistes, servant à alimenter les plus petits marchés de la capitale, on n'attend aucun *vazaha* (touriste européen). Pourtant, les informations qui peuvent y être obtenues sont d'une importance cruciale dans le détail des filières économiques des produits sauvages comestibles vendus.

## VIII.2. BILAN DES DIFFICULTÉS MÉTHODOLOGIQUES PEU APPARENTES LIÉES AUX TERRAINS MALGACHES

En résumé, les difficultés rencontrées sur le terrain peuvent être énumérées comme suit. Nous les citerons en expliquant quelles actions nous avons entreprises afin d'en limiter les impacts.

a) La culture malgache du non-dit accentuée face à l'étranger qui inspire la méfiance.

Pour lutter contre la méfiance inspirée par notre non-appartenance aux villages, nous avons décidé de commencer par faire des visites sans aucune enquête, pour simplement s'imprégner de la vie du village, du rythme de vie des villageois, et pour qu'ils s'habituent à notre présence peu habituelle. Nous avons montré notre intérêt pour le tissage, pratique au centre du projet, en demandant à apprendre à tisser. Les tisseuses ont été très coopératives à ce niveau et enchantées de nous transmettre leur savoir. Les villages où nous avons principalement enquêté avaient déjà fait l'objet d'enquêtes dans le cadre du même projet, ce qui a probablement facilité la coopération de leurs habitants.

b) La structure hiérarchique, les pouvoirs peu apparents, et les mises en scène connexes.

Lutter contre la complexité structurelle et les pouvoirs, et contre leurs effets sur les enquêtes est tout simplement impossible. Nous savions que nous serions pris dans les mises en scène des villageois liées à ces particularités. Lorsque ces comportements de mise en scène nous apparaissaient évidents, nous nous sommes laissés faire, tout en étant conscients de la situation et en l'observant attentivement pour mieux l'interpréter.

c) Les clivages cachés et les fausses pistes.

Dans notre manière d'enquêter, nous n'avons jamais demandé à une personne de la communauté de nous indiquer qui était bien placé pour répondre à notre question. En évitant d'être redirigés vers certaines personnes, nous avons évité de ne sonder que des personnes appartenant à un même groupe d'idées autour d'un clivage, ce qui a probablement enrichi la qualité de nos informations. Nous avons interrogé les personnes disponibles et qui acceptaient de nous rencontrer lors de rendez-vous, lesquels permettaient des conditions favorables aux réponses (le temps des villageois ne leur appartient pas : c'est la vie agricole qui rythme leurs horaires ; c'est pour cela que les enquêtes à l'improviste ne peuvent se réaliser dans de bonnes conditions).

d) Les rumeurs.

Pour tenter de déceler si une réponse était personnelle ou liée aux pratiques connues d'autres villageois ou dans des régions éloignées, nous avons utilisé des questions ouvertes. Ensuite, nous avons tenté d'approfondir les réponses données par des sous-questions elles aussi ouvertes.

e) La qualité des informations fournies.

Quand la réponse « Nos ancêtres faisaient cela. » survenait, nous demandions systématiquement pourquoi, en espérant récolter une quelconque information supplémentaire intéressante. Afin de conserver le maximum des données obtenues, nous avons procédé à leur encodage sous forme de tableaux (ceux-ci sont fournis sur le CD annexé à ce travail).

## **IX. MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ANALYSE DU CONTENU EN ACIDES AMINÉS ET EN ACIDES GRAS DES ESPÈCES COMESTIBLES DE LA FORêt DE TAPIA**

Le matériel récolté étant insuffisant pour envisager l'intégralité des analyses qu'il est possible de réaliser dans le but de qualifier une ressource alimentaire, nous n'avons procédé qu'à l'établissement des profils en acides gras et en acides aminés. Les produits récoltés ont été conservés congelés durant la période séparant la récolte et le début des analyses.

## **IX.1. PRÉPARATION DU MATÉRIEL BIOLOGIQUE POUR LES ANALYSES**

Avant toute analyse, les échantillons on fait l'objet du protocole de préparation qui suit :

1. Première pesée : détermination du poids frais à la sortie du congélateur (-18°C).
2. Lyophilisation : elle a pour but de retirer la plus grosse partie de l'eau présente dans le matériel biologique. Ce dernier est d'abord coupé en morceaux pour faciliter l'extraction de l'eau. Lors de la découpe, les échantillons ont du temps pour se décongeler ; une seconde congélation est souvent nécessaire pour parfaire le processus de lyophilisation.
3. Deuxième pesée : après la lyophilisation, les échantillons sont pesés à nouveau afin d'estimer le poids de matériel disponible pour les analyses, ainsi que de se définir des limites de faisabilité. C'est cette première matière sèche (MS1, ou MF) qui sert de base pour les analyses ultérieures.
4. Broyage : les échantillons sont réduits en poudre à l'aide d'un moulin IKA (A11 BASIC). Entre chaque échantillon différent, le récipient de broyage du moulin est soigneusement rincé à l'air comprimé pour éviter les mélanges. Un pinceau sert à récupérer la poudre résiduelle du récipient de broyage, ainsi que celle qui se loge derrière et sur la lame du broyeur. Il est également rincé méticuleusement à l'air comprimé entre le broyage des différents échantillons.
5. Détermination de la matière sèche analytique : la lyophilisation ne suffit pas à déterminer la quantité de matière exclusivement sèche dans l'échantillon. Il faut pour cela peser une certaine quantité d'échantillon lyophilisé, le placer en étuve à 105° pendant vingt-quatre heures, puis dans un dessiccateur jusqu'au retour à température ambiante (environ une heure). Ce processus permet d'éliminer l'eau atmosphérique captée par le broyat après la lyophilisation. Enfin, La pesée finale permet de déterminer la proportion de matière sèche (MS2) dans le broyat.

## **IX.2. DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE, EXTRACTION, IDENTIFICATION ET PROPORTION DES ACIDES GRAS (AG) DANS LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS**

### **IX.2.1. Extraction par la méthode de Folch (1957)**

Le dosage de la matière grasse totale a été effectué selon la méthode de [Folch *et al.*, 1957]. Originalement conçue pour l'extraction de lipides hors de tissus cérébraux et musculaires, nous l'avons adaptée à notre situation. Les modifications adoptées tiennent avant tout au matériel utilisé, aux volumes de solutions employés, mais en aucun cas au principe de la méthode. En plus d'extraire les lipides contenus dans la matière analysée, celle-ci fournit également des échantillons délipidés, indispensables à l'analyse du profil en AA décrit plus loin. C'est la matière lipidique obtenue en fin de processus, qui sera utilisée pour l'étude du profil en acides gras des échantillons. Pour chacun d'entre eux, le protocole suivant a été mis en œuvre :

1. Prélèvement d'une prise d'essai de près de 4g de l'échantillon réduit en poudre, dans un erlenmeyer Sovirel de 100 ml, avec prise de note de la masse prélevée (précision de la balance employée pour la prise d'essai : 0.1 mg).

La quantité prélevée est surtout liée à la quantité d'échantillon disponible. Notons qu'avec davantage de matériel, nous aurions pu travailler à une échelle plus grande et accroître la précision de quantification.

2. Ajout de 50 ml de mélange chloroforme( $\text{CHCl}_3$ )/méthanol( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) (2/1, v/v), puis agitation pendant deux heures.  
Cette durée dépend essentiellement de la rigidité et de la complexité tissulaire de l'échantillon sujet à l'extraction. Dans le cas d'un échantillon pulvérulent, elle est suffisante.
3. Filtration du mélange sur filtre plissé Wathman, dans une ampoule à décanter et lavage du précipité avec 5 ml du mélange  $\text{CHCl}_3/\text{CH}_3\text{OH}$  (2/1, v/v).
4. Ajout dans l'ampoule à décanter de 20 ml de chlorure de sodium à 0.58%, suivi d'une agitation précautionneuse : l'ampoule bouchonnée doit être retournée doucement, puis son robinet ouvert afin de laisser échapper la surpression. L'agitation manuelle peut commencer après que le robinet ait été refermé. On obtient alors un système biphasé. La matière grasse est extraite sous forme de triglycérides et d'acides gras libres, et se retrouve dans la phase inférieure chloroformique.
5. Décanter pendant une nuit.
6. Disposition de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) anhydre sur un filtre plissé par-dessus un ballon Büchi taré.
7. Récupération dans le ballon Büchi de la couche inférieure (couche chloroformique), après filtration.
8. Evaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur de type Büchi, à 35°C et sous vide pendant une quinzaine de minutes. Si l'odeur de solvant persiste, évaporation sous azote pendant une heure.
9. Pesée des ballons Büchi pour la détermination de la teneur en matière grasse des échantillons de MS1.

Notons que des protéolipides sont extraits. Cette information est à prendre en considération en cas de dosage de l'azote total, qui s'effectue sur la matière délipidée et sur la matière non délipidée. Elle peut expliquer du moins en partie, certaines inadéquations entre le dosage de l'azote total entre échantillons délipidés et non délipidés.

### **IX.2.2. Dosage des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) capillaire**

En suivant la méthode de Folch, nous avons obtenu un ballon Büchi contenant uniquement des lipides. Après la détermination de la teneur en matière grasse, nous avons utilisé les lipides extraits pour déterminer le profil en acides gras de nos échantillons et ce, par chromatographie en phase gazeuse capillaire (CPG). Pour ce faire, les acides gras libres doivent faire l'objet d'une estérification directe et les triglycérides et lipides plus complexes doivent être transestérifiés. Par ce processus, on obtient des esters méthyliques d'acides gras (EMAG), extraits dans un solvant, ensemble qui est alors injecté dans la colonne chromatographique. Cette procédure est détaillée étape par étape ci-dessous.

1. Pour chaque échantillon, une goutte (environ 10 mg) de substance lipidique obtenue par la méthode de Folch est prélevée et placée dans un tube pour estérification. On réalise deux exemplaires de ce tube par échantillon.  
Un blanc suivra toutes les étapes du processus. Il permettra de vérifier l'absence de contaminant dans les solvants et autres réactifs utilisés tout au long des analyses. Enfin, un standard est inséré dans la même série d'injection. Il permettra

l'identification des EMAG par comparaison entre les temps de rétention montrés par les échantillons et les temps de rétention qu'il offre, dont la correspondance aux différents AG est connue.

2. On y ajoute 0.5 ml de n-Hexane, et 0.5 ml de mélange pour transestérification. Ce mélange est composé de 25 ml  $\text{BF}_3$  à 14% dans du méthanol, à quoi on ajoute 25 ml de n-Hexane pour analyse et 55 ml de méthanol sec. La réaction de transestérification prend 1h30 à 70°C. Elle consiste en la décomposition progressive des molécules lipidiques complexes en acides gras simples et libres, sous forme d'esters méthyliques d'acide gras (EMAG).  
Cette étape est extrêmement délicate. La qualité des tubes pour estérifier ainsi que celle de leur bouchon est déterminante. C'est notamment pour cette raison que la répétition des échantillons est importante.
3. A la fin de cette étape, il est impératif d'ajouter de l'acide dilué pour neutraliser l'excès de réactif présent dans le mélange pour transestérification et diminuer le risque d'hydrolyse. On ajoute donc 0.1 ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) à 10% dans ce but.
4. L'ajout consécutif de 0.5 ml de NaCl saturé oblige les EMAG à se déplacer dans la phase hexanique.
5. La dernière étape de cette méthode consiste à ajouter 8 ml de n-Hexane à chaque échantillon ayant suivi le traitement. Après agitation, les EMAG sont dans la phase supérieure. On transfère alors 1 ml de cette phase dans les flacons à sertir pour l'injection dans la colonne chromatographique.

Nous avons utilisé une colonne HP de type Wax, Facteur Four De Varian (longueur 30 m, diamètre 0.25 mm, épaisseur de phase = 0.25  $\mu\text{m}$ ). Le standard, injecté à la suite de la série d'échantillons, sert à vérifier les performances de la colonne et permet, par comparaison des chromatogrammes, une analyse qualitative des acides gras présents ainsi que la mesure de leurs proportions relatives (normalisation à 100%). Il s'agit du standard SUPELCO 37 Component Fame mix, compatible avec les caractéristiques de la phase stationnaire de la colonne chromatographique. En ce qui concerne les conditions d'injection, l'hélium à 70 kPa a été utilisé comme gaz porteur. L'injection a été effectuée par un injecteur à froid « on column », et la détection par un détecteur de type FID ( $T=250^\circ\text{C}$ ).

Le programme de température du four en fonction du temps (38 minutes au total) est le suivant :

- Injection à 50°C (1minute)
- Augmentation de 30°C/min jusqu'à 150°C (3minutes et 20 secondes)
- Augmentation de 5°C/min jusqu'à 230°C (pendant 16 minutes)
- Maintient de la température pendant 18 minutes et 40 secondes.

## **IX.3. DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL ET DES PROTÉINES BRUTES, EXTRACTION, IDENTIFICATION ET PROPORTION DES ACIDES AMINÉS (AA) PRÉSENTS DANS LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS**

### **IX.3.1. Dosage de l'azote total et des protéines brutes par la méthode Kjeldhal**

Ce dosage est décrit par la directive 93/28/CE. La méthode d'analyse est adaptée à notre échelle de travail, au niveau du matériel et des volumes de solution employés, mais le processus chimique est identique : l'échantillon à analyser est minéralisé à l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur. La solution acide est alcalinisée par une solution d'hydroxyde de sodium. L'ammoniac produit est entraîné par distillation et quantifié par titrage.

Si la méthode permet de déterminer la teneur en protéines brutes des aliments des animaux à partir du dosage de la teneur en azote, elle permet également de déterminer la quantité d'échantillon à prélever pour les trois analyses du profil en acides aminés (AA totaux, soufrés, et tryptophane). Il est néanmoins utile et même nécessaire de connaître au préalable la teneur approximative d'azote attendue, afin de ne pas outrepasser les limites de faisabilité des appareillages utilisés, notamment en termes de volume de titrage. Le dosage s'effectue à la fois sur échantillons délipidés et sur échantillons non délipidés. De la sorte, on obtient le pourcentage d'azote et de protéines dans la MF non délipidée, mais également dans la matière utilisée pour la détermination du profil en acides aminés, analyses pour lesquelles cette valeur doit être connue. Signalons enfin que les analyses sont effectuées en double et que le résultat final est une moyenne des deux résultats individuels.

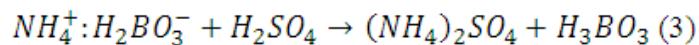
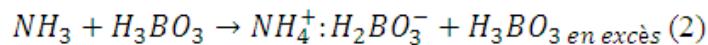
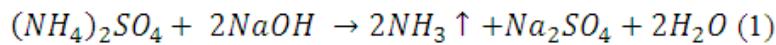
Une fois que l'on s'est donné une valeur approximative de teneur en azote, l'échantillon peut être préparé :

1. On pèse d'abord 100 mg de matière pour une farine à 3% d'azote, sur du papier sans azote. Une fois la matière déposée sur le papier, et la prise d'essai notée, on replie le papier de façon à enfermer la matière dans une petite boule.
2. On y ajoute une pastille de Kjeltabs (catalyseur - code AA22 : 1.5 g de sulfate de potassium  $[K_2SO_4]$  + 0.045 g de sulfate de cuivre hydraté  $[CuSO_4 \cdot 5H_2O]$  + 0.045 g de dioxyde de titane  $[TiO_2]$ ), ainsi que 7.2 ml d' $H_2SO_4$  0.02 N.

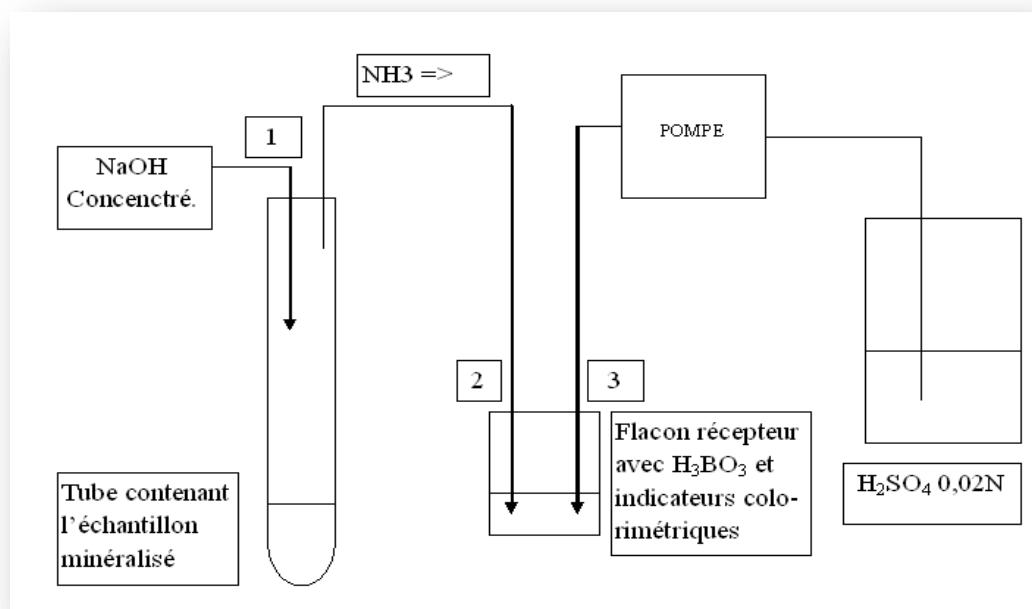
On effectue deux préparations pour chacun des sept échantillons et chacune est placée dans un grand tube dimensionné au système de digestion 1015 TECATOR utilisé pour effectuer la minéralisation. Avec les échantillons, quatre tubes blancs avec un papier sans azote sont préparés, ainsi que deux tubes avec 15 mg de glycine servant de témoins. Les valeurs que l'on obtient pour la glycine doivent se situer entre 18.2 et 19.2% d'azote pour prouver que la minéralisation s'est effectuée correctement. On dispose donc de vingt tubes dans lesquels va se produire la digestion des échantillons. Par ce processus, on libère l'azote présent sous forme organique, et il en résulte la formation de sulfate d'ammonium  $((NH_4)_2SO_4$ )

3. L'ensemble de 20 tubes est placé dans le bain à plus de 360°C du système de digestion. Les tubes sont recouverts d'un système d'aspiration qui extrait les fumées dégagées lors du processus. Celui-ci fonctionne sur base d'une trompe à eau ouverte à son maximum de débit au début de l'opération. Si les échantillons moussent, il faut retirer momentanément les tubes. Les fumées commencent à disparaître environ après dix minutes de processus ; le débit de la trompe doit alors être diminué. Le processus dure deux heures après lesquelles on laisse refroidir la matière minéralisée.

4. Les échantillons sont ensuite remis en solution dans 25 ml d'eau distillée, mélange auquel on ajoute de la soude en excès. Cela provoque le dégagement d'ammoniac, récupéré par distillation, effectuée dans un distillateur Kjeltec 2300 (appareil FOSS). Le titrage de l'azote est effectué dans le même appareil. Les équations suivantes et le schéma associé (figure 9) expliquent les processus de distillation et de titrage internes au distillateur Kjeltec 2300.



- (1) Production d'ammoniac par ajout de soude, et récupération par distillation
  - (2) Ajout d'acide borique  $H_3BO_3$  en vue du titrage (ainsi que les indicateurs colorés suivants : vert de bromocrésol – 3.8-5.4 et rouge de méthyle – 4.2-6.2)
  - (3) Titrage par  $H_2SO_4$  0.02 N



**Figure 9 : Schéma de principe du dosage de l'azote après minéralisation - Appareil Kjeltec 2300. Les chiffres correspondent aux équations mentionnées ci-dessus.**

Le nombre de ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.02N ajoutés pour le titrage permet le calcul du pourcentage d'azote via la formule suivante :

$$\%N = \frac{ml\ H_2SO_4 \cdot 28}{P}$$

Où P est la prise d'essai (mg).

Le pourcentage de protéines est alors obtenu en multipliant le pourcentage d'azote par le facteur 6.25 (100 g de protéines = 16 g d'azote ;  $100/16 = 6.25$ ).

### IX.3.2. Dosage des acides aminés libres et totaux

La méthode décrite ci-dessous est une adaptation de la méthode décrite dans la directive 98/64/CE. Elle permet de déterminer les acides aminés libres et totaux (liés dans des peptides et libres) dans les aliments avec un analyseur d'acides aminés. Elle s'applique aux acides aminés suivants: cystine, méthionine, lysine, thréonine, alanine, arginine, acide aspartique, acide glutamique, glycine, histidine, isoleucine, leucine, phénylalanine, proline, serine, tyrosine et valine. Elle ne fait pas de distinction entre les sels des acides aminés et ne permet pas de différencier les formes D et L des acides aminés. Elle ne convient pas pour le dosage du tryptophane, et se révèle souvent inappropriée pour le dosage de la méthionine et de la cystéine, les AA soufrés.

Lorsque l'on connaît la teneur en azote des échantillons délipidés à tester, on peut procéder à l'hydrolyse acide des protéines qu'ils contiennent. Cela permet leur décomposition en AA simples, ainsi que leur identification et leurs proportions. Chaque échantillon est traité en double et le résultat final est une moyenne des deux résultats obtenus. Détaillons les étapes qui sont suivies à cet effet :

1. Tout d'abord, on réalise une pesée précise (0.1 mg de précision) de farine d'échantillon, dans un flacon à bouchon « Schott » de 100 ml, en adaptant la quantité prélevée selon la règle suivante : on prélève 500 mg de matière pour une farine azotée à 2%, et on y ajoute 10ml d'acide chlorhydrique 6 N contenant 0.1% de phénol.
2. Après une agitation méticuleuse, et en évitant la formation de grumeaux, on souffle de l'azote sur le mélange pendant une minute via un bouchon adaptable percé d'un tube d'amenée. Lorsqu'on replace le bouchon d'origine sur le flacon, il faut éviter toute entrée d'air.
3. L'échantillon est placé 24 heures dans une étuve à 110°C, pour la réalisation de l'hydrolyse. Le retrait des flacons hors de l'étuve est une opération délicate lors de laquelle un tablier antiacide, un casque de protection et des gants sont indispensables pour des raisons de sécurité, liées aux risques d'explosion en cas de choc entre les flacons notamment.
4. Chaque flacon est ensuite ouvert avec précaution, de préférence sous hotte, et placé dans de la glace pilée. C'est le refroidissement qui arrête la réaction d'hydrolyse.
5. La solution très acide doit alors être portée à un pH de 2.2. A chaque échantillon, on ajoute 30 ml de tampon citrate à pH 2.2 préparé au préalable. Avec une agitation constante et un maintient dans la glace, on ajuste ensuite le pH entre 0.5 et maximum 1.0 avec de la soude 7.5N au goutte à goutte (de l'ordre de 5 ml). Enfin, l'ajustement automatique du pH à 2.2 est réalisé à l'aide d'une pompe ultra-précise injectant de la soude 1 N.
6. Dans un ballon jaugé de 100 ml, on ajoute 1 ml d'une solution précise à 50 µM/ml de norleucine, l'étalon, dans le tampon citrate à pH 2.2. On y transfère l'échantillon ajusté à pH 2.2 de façon quantitative et en s'aidant du tampon citrate. On porte au trait avec le même tampon.
7. Enfin, on agite le ballon, et on filtre une partie de la solution sur filtre de 0.2 µm directement dans un flacon à sertir, pour l'injection alors en HPLC.

L'identification des AA hydrolysés est effectuée par HPLC (Stein & Moore) à l'aide du dispositif Biochrom 20 Plus Amino Acid analyser, ainsi que du programme informatique qui l'accompagne.

Les caractéristiques de la colonne sont les suivantes : colonne en peek P-0478, avec une résine échangeuse de cations « high performance sodium oxidized feedstuff column ». Les paramètres qui permettent l’élution des différents AA au cours de leur passage sur la résine sont le pH, la température et la force ionique. On les fait donc varier au cours du passage de chaque échantillon sur la colonne, selon le même programme de variation. Le standard de comparaison pour les temps de rétention subit également le même programme. La détection des différents acides aminés se fait de façon photométrique (570 nm pour tous les AA, 440 nm pour la proline). Leur dosage est effectué par réaction à la ninhydrine.

Lors de cette procédure, il faut être conscient de la perte des acides aminés soufrés, dont la durée de vie est très courte en milieu acide chlorhydrique. Le tryptophane une fois séparé des autres AA des protéines dont il faisait partie, sera très probablement mal dosé, parce qu’il supporte mal la chaleur et qu’il se dégrade progressivement. Le dosage de la méthionine, de la cystéine, et du tryptophane sera donc obtenu par d’autres analyses, décrites ci-dessous.

### IX.3.3. Dosage des acides aminés soufrés

Pour le dosage des AA soufrés, l’hydrolyse acide doit être précédée d’une oxydation performique. Pour cette procédure, on s’inspire du mode opératoire décrit dans la directive 98/64/CE. La cystine et la cystéine sont dosées toutes deux sous forme d’acide cystéique, et la méthionine est dosée sous forme de méthionine sulfone dans les hydrolysats de l’échantillon oxydé.

Les étapes suivantes sont mises en œuvre :

1. Préparation de la solution réactive : 10 ml d’eau oxygénée, et 90 ml d’un mélange de 0.473 gr de phénol et de 100 ml d’acide formique à 90%. Cette solution doit être laissée une heure à température ambiante, puis quinze minutes dans la glace avant d’être appliquée sur la poudre.
2. Comme dans l’analyse précédente, on pèse l’équivalent de 500 mg de farine pour une farine à 2% dans un flacon à bouchon « Schott » de 100 ml. L’ensemble est placé dans un bain de glace.
3. On y ajoute 5ml de solution réactive glacée au moyen d’une pipette automatique en s’assurant de bien mouiller toute la poudre et d’éviter la formation de grumeaux. Sur chaque flacon, on pose son couvercle, sans le fermer (risques d’explosions).
4. Les flacons sont placés ensemble sur un portoir immergé dans la glace. Le tout est conservé en chambre froide pendant une période de seize heures.
5. Après cette période de refroidissement prolongé, on enlève le bouchon sous hotte, et on ajoute au mélange 0.84 gr de métabisulfite de soude. Cela provoque un dégagement de SO<sub>2</sub> et la formation de mousse.
6. Lorsque celle-ci disparaît, on agite légèrement jusqu’à ce qu’elle ait complètement disparu, sous peine de risque subséquent d’explosion.
7. On continue ensuite la procédure classique d’hydrolyse acide décrite ci-dessus par l’ajout d’HCl 6 N.

Il faut cependant être vigilant à quelques particularités qui diffèrent de la procédure précédente. L’ajout des 10 ml d’HCl doit se faire lentement pour éviter la formation d’une mousse trop importante. On ne met pas sous azote pendant une minute, et les flacons doivent

rester ouverts pendant la première heure de chauffage à 110°C. Il est également conseillé d'utiliser une vieille étuve, car les risques d'explosion sont plus importants.

#### IX.3.4. Dosage du tryptophane

Comme mentionné ci-dessus, le tryptophane est difficile à doser car il supporte mal la chaleur. De plus, il se dégrade rapidement. Un protocole d'analyse particulier lui est donc dédié dans le but d'effectuer son dosage le plus précis possible compte tenu de ses caractéristiques. Le mode opératoire décrit ci-dessous est une adaptation de celui préconisé par la directive 2000/45/CE.

1. Dans un flacon Schott de 100 ml, on pèse une quantité d'échantillon correspondant à 10 mg d'azote. A cela on ajoute 8.4 gr d'hydroxyde de baryum hydraté ( $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) et 8 ml d'eau distillée. Il est nécessaire de bien mélanger plusieurs minutes pour éliminer tous les grumeaux.
2. On ajoute ensuite 0.5 ml de tryptophane à 2.5  $\mu\text{M}/\text{ml}$ . Les parois du flacon sont rincées avec 4 ml d'eau distillée.
3. Le tout est mis à barboter avec de l'azote pendant une minute pour éliminer l'air résiduel du flacon qui est ensuite hermétiquement fermé.
4. On procède ensuite à l'hydrolyse à 110°C pendant 20 heures, suivie directement du refroidissement prolongé dans de la glace pilée.
5. On ajoute alors 1 ml de solution d'alpha-méthyl-tryptophane, l'étalon, et on agite sur un bain de glace.
6. Enfin, on ajoute au goutte à goutte, 15 ml de solution concentrée d'acétate de soude (acide acétique glacial dilué deux fois et amené à pH 4.25 avec de la soude à 7.5 N. Cette solution a été refroidie une heure à l'avance). Le précipité doit être complètement dissout. On fait donc voyager la pastille magnétique mélangeuse dans le fond du flacon.
7. Après agitation suffisante du flacon, on en filtre une partie sur filtre PVDF de résolution 0.45  $\mu\text{m}$ , 13 mm de diamètre pour l'injection en HPLC. Il faut injecter les échantillons ainsi préparés le jour même, toujours à cause des propriétés instables du tryptophane.

Les différentes étapes de ce processus doivent se passer le plus souvent dans de la glace pilée, et les solutions intervenant doivent être froides. Les résultats obtenus par ce processus permettent de compléter les tableaux de calcul des index chimiques pour chaque échantillon et enfin de pouvoir compléter l'interprétation de leur qualité protéique.

## X. RÉSULTATS DES DIFFÉRENTES PHASES DE TRAVAIL ET INTERPRÉTATIONS

### X.1. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS DES DONNÉES RÉCOLTÉES DURANT LES INVENTAIRES NOCTURNES

Nous savions que la réorientation du travail mènerait probablement à l'abandon des données de comptage récoltées. Nous avons néanmoins présenté le protocole suivi car celui-ci pourra être réutilisé, nous l'espérons, dans le cadre de ce projet, et pourquoi pas dans d'autres situations (les données de comptage sont fournies sur le CD annexé à ce travail).

Les comptages réalisés sont très peu exploitables. Cela résulte de plusieurs raisons.

- Au cours de nos six nuits de comptage, nous n'avons observé ni *Borocera cajani*, ni aucune autre espèce de *Borocera*. Nous n'avons donc pas pu déterminer de différences d'abondance entre les sites étudiés et relier celles-ci au mode de gestion qui les caractérise.
- Les hypothèses I, II et III n'ont pas pu être étudiées : les facteurs qu'elles concernaient, à savoir le suivi des règles de gestion, la description des sites étudiés, et la présence de prédateurs, ne peuvent dès lors pas être utilisés pour expliquer la variabilité observée au niveau des autres espèces observées. Les actions qui devaient permettre de les vérifier n'ont pas pu avoir lieu avant la réorientation de ce travail.
- Au cours de l'inventaire du 22 février, un chien errant a perturbé les données en déchirant un des cubes de comptage pour manger une partie des papillons qui s'y trouvaient, ce qui a conduit à la libération de certains d'entre eux. Cette anecdote a rendu cette nuit de comptage inexploitable dans une analyse statistique équilibrée, puisque nous risquions de recompter les papillons déjà inventoriés pendant les autres périodes de comptage. Si l'on voulait étudier l'impact du facteur site, il eût été nécessaire d'avoir un nombre équitable de répétitions pour les deux sites étudiés. Au lieu d'en avoir trois, nous n'en avions plus que deux, tout en sachant que ce n'est nullement suffisant pour avoir une puissance de test statistique acceptable.
- Les caractéristiques du thermo-hygromètre utilisé ne correspondaient pas à nos besoins. En effet, la plupart du temps, l'humidité relative dépassait les 80%, valeur au-delà de laquelle l'appareil ne pouvait donner des valeurs justes.
- Enfin, parmi les espèces effectivement inventoriées, très peu ont pu être observées en grande quantité.

Cependant, ces inventaires ont tout de même pu mener à la découverte de quelques espèces encore non observées auparavant dans le cadre du projet. Leur identification, non encore effective, est prise en charge par l'équipe locale du projet.

Les espèces *Cleora legrasi* (Geometridae), *Europtera punctillata* (Lasiocampidae) *Nephele densoi* (Sphingidae) *Nephele* sp. (Sphingidae), ainsi qu'une dernière espèce de sphinx baptisée *Zebra* sp. (en raison de rayures jaunes et vertes sur ses ailes), ont été les plus dénombrées au cours de tous les inventaires. Les deux dernières font partie des espèces nouvellement rencontrées. Des études complémentaires à leur sujet, notamment du point de vue de leur écologie, nous semblent être une piste intéressante à suivre. Malheureusement, des illustrations suffisamment représentatives de ces espèces ne peuvent être fournies.

Enfin, nous formulons trois hypothèses au sujet du *landibe*:

- L'absence des espèces de *Borocera* recherchées tenait avant tout aux dates d'inventaires : nous étions présents trop tôt sur le terrain.
- Au contraire, nous étions présents au bon moment pour les observer, mais les individus étaient si peu nombreux que, indépendamment de leur mode de gestion par les VOI, les populations de *landibe* seraient donc dans un état critique.
- Enfin, les qualités du piège étaient telles que les papillons ne l'ont pas rejoint, hypothèse que nous sommes tentés de réfuter de suite, étant donné que de nombreuses autres espèces ont été observées, dont plusieurs espèces de Lasiocampidae.

## **X.2. RÉSULTATS DES ENQUÊTES : DESCRIPTION DES PRODUITS CONSOMMÉS PROVENANT DES FORÊTS DE TAPIA**

### **X.2.1. Remarques générales**

Au vu des difficultés inhérentes à la récolte de l'information, qu'elles viennent de notre perception ou de la façon de répondre de la personne interrogée, la liste des mœurs régionales que nous avons pu dresser en matière de produits sauvages comestibles ne peut être considérée comme exhaustive. De plus, nous n'avons interrogé qu'une partie des habitants des forêts de tapia, dans quelques sites seulement et non pas dans toute la région où les habitants dépendent de ces forêts. En dépit de nos efforts pour rendre aléatoire l'échantillonnage des personnes sondées dans les *fokontany* d'Amby, Ankalahana, et Vatolaivy, nous ne pouvons affirmer avec certitude que cette hypothèse est respectée.

Relevons par ailleurs que la période de soudure débute en septembre, lorsque les réserves de riz de la récolte d'hiver sont presque épuisées. Cela permet d'identifier les aliments cruciaux dont les périodes de récoltes se juxtaposent au mois où la nutrition est difficile.

#### **X.2.1.1. Déroulement des enquêtes : relevé de quelques faits intéressants à mentionner**

Le degré de confiance accordé à notre équipe d'enquête dépendait surtout de l'habitude ou non que les habitants avaient de nous voir, à savoir des échanges que nous avions éventuellement déjà eus avec eux. La plupart des enquêtes se sont déroulées dans un climat de confiance, à tout le moins en apparence. Nous sommes donc restés très vigilants malgré nos impressions de confort dans la conversation, afin de comprendre les informations dans leur contexte le plus précis possible. Quelques villageois n'ont pas caché leur gêne à s'entretenir avec nous. Les informations les moins approfondies et les moins sûres proviennent également de ces personnes. D'autres n'ont accepté de répondre à nos questions que dans l'espoir de se voir offrir de l'argent. Nous avons, en outre, été confrontés à quelques mises en scène, notamment lorsqu'un homme nous a invités à interroger sa fille. Nous avons dû prendre place sur un lit confortable et bien drapé, à côté de son fils épileptique, en pleine crise, allongé sur un semblant de lit fait de mille pièces de tissus et de sacs rembourrés. L'enquête a ainsi dû être réalisée en présence du jeune malade. Il nous a ensuite été demandé de donner un peu d'argent pour aider la famille à subvenir aux besoins du malade, ce que nous n'avons refusé. Ceci nous paraît illustrer que l'étranger représente pour les populations locales une source de profit, ce que l'on comprend aisément. À Antsiriry (*fokontany* d'Amby), une tisseuse nous a accordé, à diverses reprises, des entretiens qu'elle annulait ensuite à chaque fois dans l'espoir de nous vendre le fruit de son travail. Hormis ces quelques

situations, qui méritent d'être mentionnées en guise d'exemples préalables aux futures enquêtes de terrain dans le cadre de ce projet ou dans un autre cadre, nous avons eu de très bons contacts avec les villageois, souvent emprunts de générosité à notre égard.

Nous avons également perçu une certaine lassitude dans le chef de plusieurs personnes interrogées. En effet, puisque nous ne sommes pas les premiers enquêteurs à avoir investigué leur territoire, ils attendaient probablement des idées neuves. Ils voulaient comprendre l'utilité des enquêtes passées, les retombées qu'elles peuvent avoir, et le rôle d'une nouvelle présence d'enquêteurs étrangers. Le problème était soulevé en fin d'interview, et nous expliquions simplement que notre souhait était de mieux connaître le rapport qu'entretenaient les populations villageoises avec leur environnement, pour lancer des pistes d'amélioration de leurs conditions de vie, surtout face à la diminution des populations de *landibe*, tout en continuant de protéger leurs forêts. La réponse semblait les agréer, ce qui montre qu'il est temps que les travaux de recherches fassent place, et ce dans un futur proche, à des mesures concrètes quand bien même le milieu est encore loin d'avoir fourni tous les secrets de son fonctionnement.

### **X.2.1.2. Les quantités évoquées : définitions préalables**

Les quantités mentionnées au cours des interviews sont exprimées en unités de récipients malgaches typiques. La *kapaoka* est une boîte de conserve de lait concentré qui est réutilisée après consommation pour mesurer des quantités, surtout sur le marché, lors de l'achat du riz par exemple. Elle représente un volume de 25 cl. Le *sobika* est un panier tissé ouvert dont la taille varie. Les petits *sobika* représentent un volume de 10 l environ, les moyens 20 l et les plus grands qui contiennent souvent le riz à vendre approchent les 30 l. Rappelons que la monnaie malgache actuelle est l'ariary (MGA), avec un taux de change de 2823 MGA<sup>8</sup> pour un euro, et qu'à ce jour, 70% des adultes malgaches vivent avec un revenu de moins d'un euro par jour.

### **X.2.1.3. Schémas de réponse souvent rencontrés**

Même si un climat de confiance règne au cours de l'enquête, il nous a semblé que les informations obtenues des habitants ne leur sont pas toujours personnelles. Au contraire, ce sont souvent des réponses issues de pratiques familiales ou collectives qui sont fournies. Il peut y avoir à cela plusieurs raisons : l'interrogé n'ose pas s'affirmer par peur de donner une mauvaise réponse, il ne connaît pas la réponse, ou encore, il ne désire pas la partager et reste vague en évoquant la collectivité et en se dédouanant de cette responsabilité. Le tri des informations passe donc dans un premier temps par leur restitution dans leur contexte. Ce type de constatation est un bel exemple du danger que comporte le fait de lancer des interprétations quantitatives rigides sur les réponses obtenues : elles ne peuvent tenir compte de cette sorte de variabilité et risquent de masquer des informations très intéressantes.

En conséquence, il est délicat de faire des statistiques descriptives sur des données d'enquêtes car elles mènent à des conclusions erronées. Nous nous contenterons de mentionner le nombre de personnes sur les 31 personnes interrogées qui ont mentionné l'existence d'une ressource. Ce chiffre (présenté *infra* sous la forme X/31) ne doit en aucun cas être considéré comme une indication de la proportion de villageois qui consomment la ressource puisque les réponses sont souvent impersonnelles. De plus, puisque nous avons

<sup>8</sup> Taux d'échange en vigueur en date du 4 août 2010. Source consultée le même jour : <http://bourse.capital.fr/devises/>

interrogé des personnes venant de villages proches, ces valeurs ne sont pas nécessairement représentatives de l'entièreté des forêts de tapia de la région Itasy.

La réponse la plus fréquente à la question des motifs de la consommation d'une denrée particulière était la volonté d'accompagner le riz. On peut comprendre que cela permette de diversifier le contenu de l'assiette au fil des jours. On peut aussi comprendre que le sens de la question est difficilement perceptible pour l'interrogé : « on mange parce que ça se mange et que les ancêtres le faisaient », ces derniers sont d'ailleurs parfois cités dans les réponses. Par exemple, les interrogés disaient souvent qu'il n'y avait aucune raison particulière à la consommation d'une chenille ; il s'agit simplement d'un fait de leur société. En d'autres termes, nous verrons qu'il existe plus de raisons de ne pas consommer que de consommer. Enfin, le goût des aliments a été rarement évoqué par les participants.

## X.2.2. Entomophagie

Le mot malgache pour les insectes, ou les petits animaux en général est *bibikely* (« *biby* » : animal, et « *kely* » : petit). Parmi les insectes, c'est l'ordre des Lépidoptères qui contient la plus grande variété d'espèces consommées. Nous commencerons donc par décrire ces espèces et à détailler leurs caractéristiques. Nous aborderons ensuite le cas des autres insectes, moins fréquemment consommés.

### X.2.2.1. Lépidoptères

#### A) Les chenilles

Chez les Saturniidae, deux chenilles sont consommées. Il s'agit du *sarohy* (19/31), et du *bokana* (28/31). Des recherches en dehors du cadre du projet ont permis d'associer respectivement les deux larves aux espèces *Bunaea aslauga* Kirby et *Maltagorea fusicolor* Mabille (ancien *Tagoropsis*) [Razafimanantsoa, Communication personnelle]. Dans les deux cas, ce sont les larves de stade pré-nymphal qui sont consommées.

Les villageois ne mangent pas tous des *sarohy*. La chenille, manifestant des picots de couleur jaune sur fond noir inspire des craintes chez certains d'entre eux ou de leurs enfants. Ces personnes avouent être effrayées par l'aspect repoussant de la larve. D'autres déclarent avoir des problèmes digestifs à cause de la dureté de la peau de la chenille, voire des allergies dans de rares cas. Hormis ces personnes peu enclines à manger la chenille, plus de la moitié des interrogés ont déclaré consommer la denrée.

Le *sarohy* se récolte sur les tapia surtout aux mois de mai et juin et est parfois disponible à partir de la mi-avril jusqu'au mois d'août inclus, selon les années. Parfois même, mais plus rarement, il serait récolté au mois de septembre. Une seconde période de récolte se situe aux mois de décembre, janvier et février. Il suffit de grimper dans les tapia, arbres que l'on escalade facilement, pour ramasser les larves dont les tons voyants permettent un repérage facile. La récolte est avant tout effectuée par ceux qui en apprécient la consommation. Dans les familles nombreuses, les enfants s'en chargent lorsque les adultes sont occupés à d'autres travaux, notamment lors de la récolte d'hiver (V-VI-VII) quand le travail agricole est fort accaparant. Les femmes se chargent plus rarement de la cueillette. Parfois, elles ne prévoient pas de récolter des *sarohy*, mais elles découvrent un groupe de chenilles sur un tapia, les récoltent, et les consomment à la place de ce qui était prévu au prochain repas. Pour les jeunes familles avec des enfants en bas âge, la récolte est moins fréquente vu l'occupation de la mère. Plus rarement encore, les hommes peuvent en récolter aussi. Hormis le rôle proéminent du tapia en tant que plante hôte, nous n'avons pas obtenu

d'autre information à ce niveau, sauf celle qui concerne les chenilles trouvées sur une plante nommée le *Kavodiana* (*Agarista sericifolia*, Ericaceae) : cette plante, parfois utilisée pour agrémenter le rhum local, est également un poison lorsqu'elle est consommée à trop forte dose.

Le *bokana* est récolté en hiver pendant les mêmes mois que le *sarohy*, les mois de mai juin et juillet, et rarement au mois d'août. Rares sont les habitants qui évoquent d'autres périodes de récolte que celle-ci, mais trois d'entre eux nous ont également parlé des mois de septembre et d'octobre. Nous ne pouvons nous prononcer sur la pertinence de cette information, en raison de sa faible occurrence. Le *bokana* est récolté au pied des tapia, lorsqu'il retourne en terre pour la nymphose. La récolte est assurée par les mêmes personnes et pour les mêmes raisons.

Lors des repas, les chenilles accompagnent le riz, sans raison particulière, hormis quelquefois celle de la consommation ancestrale. Les chenilles auraient un bon goût, elles seraient riches et énergétiques. Plusieurs types de préparation existent. Dans tous les cas, on procède d'abord à la vidange du tube digestif de la larve. Pour cela, on presse son corps sur tout son long en partant de la tête et jusqu'à l'anus pour en extraire les excréments. On répète la même opération dans l'autre sens afin d'enlever les végétaux non encore digérés. L'opération est rapide et systématique. Les chenilles, bien que semblant mortes, bougent encore de façon presque imperceptible par après. Trois choix s'offrent alors pour la cuisson. Une première méthode, plutôt rapide, est la grillade. La chenille vidée est simplement placée sur le feu pendant cinq minutes avant d'être consommée. La seconde option consiste à cuire dans l'eau bouillante la chenille agonisante. Après avoir retourné le *sarohy* avec un crochet ou un morceau de bois fin et de forme appropriée, pour en masquer l'aspect un peu effrayant, il est placé dans l'eau de cuisson. Quand celle-ci est évaporée, soit après une période d'une demi-heure à une heure, on ajoute un peu d'huile - souvent du sel - et le repas est servi. Enfin, les larves peuvent également être frites ou sautées directement après leur retournement. Les modalités de préparation du *bokana* sont identiques à celles suivies pour le *sarohy*, à la différence que la chenille n'est pas retournée après la vidange de son tube digestif.

En plus d'éventuels problèmes de digestion analogues à ceux déjà évoqués pour le *sarohy*, les allergies provoquées par la consommation de *bokana* sont plus fréquentes. Par ailleurs, la chenille jouit d'un statut peu enchanteur : elle fait l'objet d'un *fady*, à savoir un tabou. Certaines personnes en évitent la consommation parce que l'histoire raconte qu'il y a longtemps, pendant les feux de brousse, un homme aurait trouvé des *bokana* en train de griller dans les flammes. Content de cette trouvaille il aurait mangé une chenille. Plus tard, l'homme en question aurait été retrouvé mort et on aurait blâmé les *bokana*. L'interdiction de manger la chenille aurait été adoptée plus sévèrement par les nobles qui en étaient friands avant l'incident. Si nous n'avons entendu cette histoire que deux fois, nous pouvons envisager que c'est la raison de non-consommation de beaucoup de personnes ayant évité d'approfondir les questions sur le sujet. Outre les raisons usuelles de consommation, les villageois laissent croire qu'ils en apprécient le goût. Quelques-uns ont admis espérer que les *bokana* redeviennent plus fréquents, pour avoir pouvoir en consommer plus. En effet, leur abondance aurait diminué de manière analogue à celle des *sarohy*.

Les quantités et les fréquences de consommation des deux chenilles sont probablement les détails les plus difficiles à estimer. Beaucoup de consommateurs ne peuvent estimer leur propre consommation, ou ne préfèrent partager ce détail avec nous. D'autres disent que leur consommation est surtout liée à ce qu'ils parviennent à trouver, qu'elle varie d'une saison à l'autre. Nous avons néanmoins pu récolter quelques chiffres qui méritent d'être retenus. Les stratégies de consommation sont variées : certaines familles répartissent la consommation sur

la période de disponibilité, en alternant avec les plantes consommées, qu'elles soient cultivées ou pas, alors que d'autres en mangent parfois plusieurs jours de suite (soit jusqu'à 3 *kapaoka* pour 8 personnes pour le *sarohy*), parfois pendant plusieurs jours avant d'alterner avec autre chose. Elle représente un peu moins de 100 g de chenilles de *sarohy* par personne et par jour. La plus grande quantité consommée de *bokana* est supérieure, soit 8 *kapaoka* pour 6 personnes par jour. Comme pour le *sarohy*, la consommation de cette quantité peut avoir lieu pendant plusieurs jours de suite. La consommation de *bokana* serait donc supérieure à celle du *sarohy*, d'autant que le *bokana* a été mentionné par plus de personnes interrogées que ne l'est le *sarohy*.

Enfin, le *sarohy* est vendu au marché d'Arivonimamo par certains villageois. D'autres n'en récoltent pas, n'en vendent pas mais en achètent occasionnellement. La ressource tendrait à se raréfier depuis quatre ans, avec comme cause potentielle évoquée la présence du martin-triste (*Acridotheres tristis*) : le prédateur. La vente se fait plus rare, mais il y a quelques années, on pouvait en espérer 300 MGA/*kapaoka*, ce qui était considéré comme une bonne source de revenus. Un prix de vente actuel n'a pas pu être établi, mais nous pouvons l'estimer à l'aide de celui du *bokana*. Ce dernier est actuellement vendu au prix de 500 MGA/*kapaoka* au marché d'Arivonimamo. La vente se ferait juste après que la chenille ait été pressée, ce qui doit aussi être le cas du *sarohy* même si personne ne l'a mentionné pendant les enquêtes. Aucune pratique de séchage des chenilles n'a été mentionnée. Elles seraient donc consommées et vendues fraîches. Aussi, nous pouvons estimer le prix de vente maximum actuel du *sarohy* à 400 MGA/*kapaoka*, soit un peu moins que celui du *bokana* qui semble lui être préféré.

La figure 10 représente le *sarohy* sous toutes ces coutures. On y voit que la longueur moyenne de la larve (photo résultant de plusieurs mesures) est de 10 cm. Nous avons également pesé les chenilles que nous avons récoltées pour les analyses alimentaires, et leur poids moyen était de 12 g. Nous n'avons malheureusement pas pu obtenir les mêmes clichés pour le *bokana*. Nous avons obtenus ces derniers par chance et les villageois ont rapidement procédé à leur mise à mort pour que nous puissions les emmener et les conserver préparées. Le *bokana* est plus petite que le *sarohy*, et n'a pas du tout le même aspect : la chenille est brune de tout son long et coiffée de fins piquants peu denses.



**Figure 10 : Le sarohy : illustration. De haut en bas et de gauche à droite : la chenille mesurée, la chenille sur une branche de tapia, la vidange de son tube digestif, la grillade directement consécutive, et le retournement en vue d'une préparation plus minutieuse.**

Enfin, les larves de *fangalabola*, les Psychidae de Madagascar, sont parfois administrées grillées aux enfants qui urinent au lit (7/31). Mais ces larves ne font pas l'objet de repas entiers.

### B) Les chrysalides

C'est le mot *soherina* qui est utilisé pour désigner la chrysalide. La plus populaire et mangée d'entre elles est la *soherina du landibe* (28/31). Les cocons sont disponibles deux fois par an, surtout aux mois de janvier et février et aux mois de mai et juin. Ils peuvent également être aperçus, quoique moins fréquents, en décembre et en juillet-août. Leur abondance semble fluctuer selon les années, ce qui fait que la récolte fluctue aussi. La disparition de la ressource affecte la filière du tissage, mais vraisemblablement pas de manière directe l'alimentation. La peur de manger des chrysalides existe chez certaines personnes, qui préfèrent alors se nourrir d'autres aliments disponibles. D'autres ne les récoltent pas mais les achètent au marché. On ne peut ainsi pas considérer cette ressource comme un passage obligé dans les assiettes de tous les villageois.

Le *landibe* est apprécié par certaines personnes, qui continuent de le consommer quand ils le peuvent malgré son actuelle raréfaction, comme en témoignent les mœurs de récolte. A nouveau, cette dernière est effectuée par les enfants lorsqu'ils sont nombreux et suffisamment âgés, principalement pendant l'hiver où le travail agricole est intense pour leurs parents. La récolte serait uniquement effectuée par les personnes qui aiment les chrysalides et habitent près de la forêt. Parfois, la récolte est purement fortuite et uniquement liée à la découverte de quelques cocons regroupés sur des pieds de tapia proches. S'il y en a assez pour faire un repas, elles sont préparées. Enfin, la récolte est parfois assurée par les personnes qui en obtiennent un bon prix au marché.

La digestibilité des soherina de *landibe* semble meilleure que celle des *bokana*, et des *sarohy*. En effet outre les quelques personnes allergiques, seules en mangent celles qui apprécient leur goût. Les chrysalides accompagnent le riz et sont consommées peu après la récolte, parce qu'elles ne se conservent pas aisément. On peut facilement imaginer qu'une fois extraites de leur cocon protecteur, elles meurent et pourrissent rapidement.

La préparation des soherina est assez simple. Après avoir été extraite de son cocon, et lavée, la chrysalide est incisée au niveau de la tête, action qui permet la pénétration ultérieure du sel. En n'oubliant pas que les cocons emprisonnent des piquants, résidus des défenses de la larve, on comprend l'utilité du nettoyage des chrysalides. Cependant, cette difficulté se présente principalement pour les jeunes chrysalides ; les cocons les plus vieux présentent quant à eux des piquants nettement moins urticants, voire complètement dévitalisés et inoffensifs. La cuisson est réalisée directement après l'incision. La chrysalide peut être frite, mais le plus souvent, elle est mise à mijoter dans l'eau pendant une durée moyenne d'une heure, puis quand l'eau de cuisson est tarie, on y ajoute du sel, de l'huile et on laisse revenir un peu avant de servir. Parfois, les chrysalides sont plongées dans l'huile avant la cuisson, ce qui permet d'en ramollir le contenu.

Au niveau des quantités, deux petits *sobika* de cocons cueillis permettent d'obtenir cinq *kapaoka* pleines de chrysalides, mais vu la rareté actuelle de la ressource, une telle quantité est aujourd'hui moins courante. La consommation maximale que nous avons pu obtenir des interviews est d'une *kapaoka* par personne tous les cinq jours en période d'abondance, contre une *kapaoka* pour six personnes tous les jours en saison quand les récoltes étaient encore considérées comme abondantes. Remarquons que la différence est faible.

Enfin, la vente de soherina de *landibe* pouvait rapporter 700 à 800 MGA/*kapaoka*, à raison de 3 *kapaoka* par semaine, il y a quatre ans et plus. Les vendeurs sont beaucoup plus rares, voire inexistant, de nos jours. Le prix actuel auquel on peut trouver le *landibe* sur le marché d'Arivonimamo est de 200 MGA/*kapaoka*, soit quatre fois moins qu'avant alors qu'il y est moins fréquent. On peut imaginer que la rareté de la denrée sur les marchés en a fait un aliment moins recherché, et d'une valeur moindre, d'où la baisse radicale de son prix. Aussi, les rares vendeurs ne basent probablement pas leur commerce sur cette ressource seule et espèrent simplement retirer un petit revenu d'un surplus de récolte ayant servi à alimenter leur famille.

Les chrysalides du *landibe* ne sont pas les seules à être consommées. Celles du *bokana* le sont également, même si nous en avons discuté moins fréquemment au cours des entretiens (12/31). Nous avons pu récolter très peu d'informations concernant les soherina du *bokana*. Leur période de récolte se confond avec celle des *bokana*, ou lui est directement consécutive. Ainsi, il est possible d'en trouver en juin, juillet, août et même septembre. La technique employée consiste à balayer la terre au pied des tapia pour en enlever une fine couche et trouver les chrysalides. Leur préparation est rigoureusement identique à celles des soherina de *landibe*. La vente est beaucoup moins répandue et l'estimation des quantités consommées est impossible avec le peu de données recueillies à ce sujet. De même la consommation de soherina de *sarohy* a été évoquée, mais très rarement, avec encore moins d'informations.

Enfin, des chrysalides de Limacodidae sont également consommées (15/31). Plusieurs noms sont employés par les villageois pour les décrire : *mafina*, *mafokely*, et *fangasika*. Nous avons cherché à distinguer des différences significatives lors de leurs descriptions respectives mais il semble que les trois noms soient accordés à la même ressource. Un quatrième nom s'est même ajouté à la liste : le *miana* qui décrirait les mêmes insectes dans un autre dialecte malgache que le Merina. Le mot *fangasika* serait employé préférentiellement pour décrire les

chenilles. Les mois les plus couramment cités pour leur récolte sont les mois de juillet et d'août, ainsi que ceux d'octobre, de novembre et de décembre, avec une forte abondance lors de ce dernier mois. Malgré cette saisonnalité marquée, et d'après la plupart des personnes interrogées, il serait possible d'en récolter toute l'année.

Les chrysalides sont logées dans de petites coques rigides et oblongues, souvent dispersées sur un même pied de tapia. L'éclosion se fait par une ouverture circulaire au bout de la coque, laissant parfois apparaître une sorte de couvercle qui reste accroché à la coque et permettant de distinguer rapidement si la chrysalide est encore à l'intérieur. Leur préparation, après extraction de leur coque, ne diffère en rien de celle des autres chrysalides, si ce n'est que l'incision n'y est pas systématique. Les récolteurs sont surtout des enfants, pour des raisons identiques à celles évoquées précédemment, ou alors des consommateurs et des vendeurs. À nouveau, la cueillette peut être fortuite et le repas est alors modifié en fonction des trouvailles. Allergies et problèmes de digestion sont à nouveau rencontrés, mais le goût de ces chrysalides serait plus plaisant que celui des chrysalides de *landibe*. Les causes de consommation restent les mêmes : l'accompagnement du riz et la comestibilité, lorsque la cause n'est pas déclarée comme inexistante. Apparemment, l'abondance de cette ressource s'est affaiblie depuis quelques années, au même titre que celle du *landibe*. Le martin triste est blâmé pour cette disparition qui serait déjà ressentie depuis 1998. La quantité maximale consommée est de 3 *kapaoka* pour 8 personnes par jour en saison. La vente est plus rare que pour toutes les autres ressources décrites jusqu'à maintenant. Elle a lieu au marché d'Arivonimamo, et à l'époque où elle était encore courante, on pouvait obtenir jusqu'à 300 MGA/ *kapaoka* pour des *mafina*. Ces chrysalides étaient et sont toujours considérées comme une source de revenu importante.

La figure 11 montre la diversité des coques de Limacodidae rencontrées dans les forêts, ainsi que les chenilles *fangasika*, dans leur comportement gréginaire.

Le tableau 5 reprend les caractéristiques (non quantitatives) relatives aux campéoressources énoncées ci-dessus. Il tient compte du nombre de personnes ayant mentionné chacune d'elles. Rappelons que ce nombre n'est pas représentatif de la proportion réelle de personnes qui consomment une ressource, mais plutôt de la connaissance que les villageois en ont.



**Figure 11 : Les différentes coques de Limacodidae consommés, et leurs chenilles, les fangasika, au comportement gréaire.**

**Tableau 5 : Récapitulatif des chenilles et chrysalides consommées (fréquence de consommation, quantité, et prix de vente repris ultérieurement).**

NOMS DES ESPECES CONSOMMÉES		Fréquence de citation (31 personnes interrogées)	RÉCOLTE				CONSOMMATION	
Nom vernaculaire	Nom scientifique : Famille et espèce		Nombre de récoltes par an	fréquente	possible	Tendances observées dans le milieu	allergies	digestion
	? = potentiellement consommée			(mois)				
<b>Chenilles</b>								
sarohy (larve de stade pré-nymphal)	<b>Saturniidae</b> <i>Bunaea aslauga</i> [Kirby]	19/31	2	V-VI-VII XII-I-II	mi-IV à IX XII-I-II	↓	possible	parfois difficile
bokana (larve de stade pré-nymphal)	<b>Saturniidae</b> <i>Maltagorea fusicolor</i> [Mabille]	28/31	2	V-VI-VII I-X	V à VIII (?)	↓	pas rare	parfois difficile
<b>Chrysalides</b>								
soherina de landibe	<b>Lasiocampidae</b> <i>Borocera cajani</i> [Vinson] <i>Borocera</i> spp. ?	28/31	3	V-VI I-II	V-VI-VII-VIII IX-XI (?) XII-I-II	↓↓	possible	Plus facile que sarohy et bokana
soherina de bokana	<b>Saturniidae</b> Autres espèces dans d'autres familles?	12/31		hiver	VI-VII-VIII			
soherina de sarohy	<b>Saturniidae</b> <i>Bunaea aslauga</i> [Kirby]	2/31		???				
mafina	<b>Limacodidae</b> plusieurs espèces?	15/31	hiver	VII-VIII	toute l'année	↓↓↓↓	possible	parfois difficile, mais goût supérieur à soherina
mafokely				printemps	X-XI-XII			
miana (autre dialecte)								
fangasika (nom de la larve)								

### X.2.2.2. Autres insectes

Les insectes décrits ci-après sont ceux pour lesquels les informations recueillies sont les moins nombreuses. Leur pertinence n'en est pas moins valable, mais les nuances sont forcément moins pesantes que pour les « campéoressources ». Les pratiques de ventes sont inexistantes pour ces cas plus rares de l'alimentation.

Les *valala*, Orthoptères, identifiés en tant que l'espèce *Locusta migratoria capito* Sauss. par Decary [1937], sont consommés dans cette partie du pays. Cependant, la pratique est bien moins courante qu'avant. En 1995, les invasions étaient encore intenses et apportaient de grandes quantités de l'insecte. Aujourd'hui, les pesticides de lutte contre les invasions en ont réduit les populations, ce qui en fait un aliment plus rare et moins sain (fréquence de citation : 6/31). Ces insectes difficiles à attraper sont disponibles aux mois de janvier et février et plus rarement en décembre et mars. D'autres espèces de sauterelles et de criquets, plus petites, seraient consommées. Leur disponibilité pourrait bien s'étendre à toute l'année. Souvent, ils sont attrapés avec le même outil que celui qui sert à enlever les adventices des rizières. Les enfants les mangent grillés. Du temps de leur abondance, on leur coupait les ailes avant de les faire frire ou de les cuire à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'elle soit tarie, et d'y ajouter de l'huile et du sel pour l'assaisonnement, pratiques ancestrales. A cette époque, beaucoup de gens en consommaient, si pas tous les villageois.

Le *voangory* est un premier Coléoptère consommé. Decary [1937] associe un Melolonthidae du genre *Tricholepsis* sp., à un insecte au nom vernaculaire légèrement différent : le *voangoribe*, soit le *voangory* accompagné du même suffixe « *be* » de grandeur, que l'on retrouve dans le mot *landibe*. Il s'agit probablement d'une espèce proche, du même genre. C'est peut-être le même insecte, mais d'un autre nom qui proviendrait d'un dialecte voisin (fréquence de citation : 6/31). Plus petit, le *voanosy* (2/31) est considéré comme un *voangory* qui ne diffère de celui-ci que par sa taille. Ce dernier est présent dès le mois d'octobre et jusqu'en décembre. Il est récolté par les personnes qui aiment les consommer et quelques enfants qui les mangent grillés. Les lieux de récolte doivent être variés, car ils n'ont pas été précisés, mais leur abondance est liée à la présence de la pluie. Ils sont donc probablement récoltables après le mois de décembre. Les quantités consommées dépendent de cette abondance. C'est la qualité de la collecte qui détermine la part prise dans l'assiette. En saison d'abondance, l'insecte peut accompagner le riz plusieurs jours de suite, à raison d'une demi-*kapaoka* par jour. Les modes de préparation sont les mêmes que pour les autres insectes déjà cités. Quand ils ne sont pas grillés, leurs ailes sont enlevées avant de les faire frire ou bouillir.

Un autre Coléoptère, le *voangorinana* (2/31) semble proche du *voangory*, du moins de par son nom. Cependant, il est trouvé pendant toute l'année dans les rivières et récolté en même temps que les petits poissons des rizières. Il serait donc aquatique, au contraire du *voangory* qui n'est pas associé à ce type de milieu. Préparé de manière analogique à ce dernier, il est probablement consommé avec les poissons et donc plus souvent frit. Enfin, le *fangorinana* (2/31) est récolté dans les rizières aux mois d'avril et mai, avec le poisson. Il aurait un goût plus croquant que ce dernier avec lequel il est consommé. Son nom très proche du *voangorinana* l'en rapproche. D'ailleurs, certains considèrent le second comme un stade larvaire du premier. Cependant, nous savons qu'il pique, information que nous n'avons pas obtenue au sujet des autres Coléoptères. On le trouve dans les rivières et dans les rizières aux mois d'avril et mai, les mois de récolte du riz.

Le *tsikovoka* (3/31), un Coléoptère aquatique, est aussi mangé avec le poisson pêché dans les rizières. Il s'agit peut-être du Dytiscidae *Cybister hova* proposé par Decary [1937]. Il

est peu abondant et donc très peu consommé. Nous avons eu la chance d'en observer un dans les rizières. Il est illustré à la figure 12.



Figure 12 : Le tsikovoka (*Cybister hova* Fairm. chez les Dytiscidae).

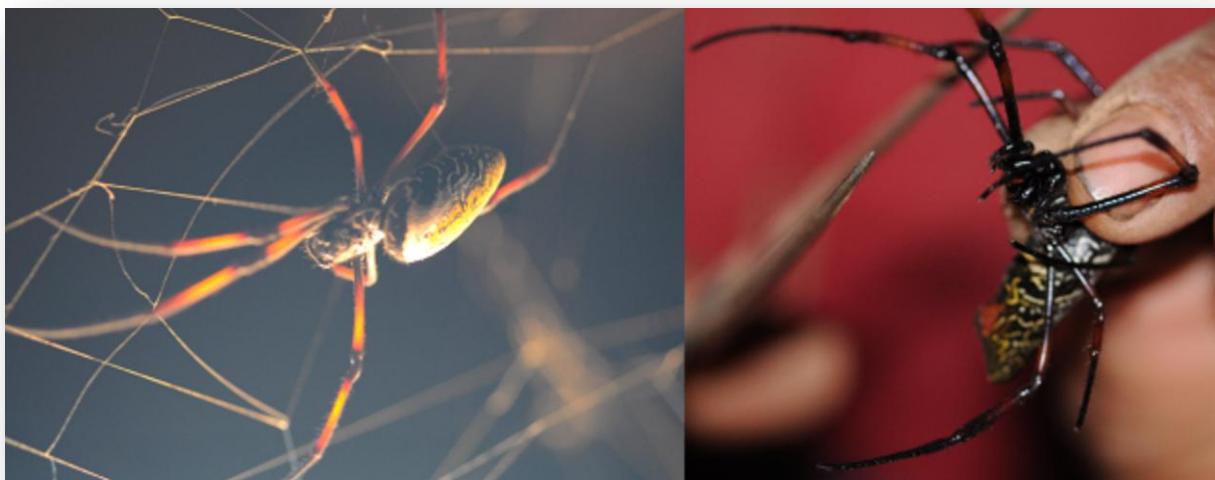
Enfin, les larves de libellules mentionnées par Decary [1937] sont aussi consommées. Elles portent les noms *d'ondrindrano* ou de *tsindretra* (7/31). A la différence des *fangorinana*, elles ne piquent pas. Les habitants sont conscients de leur devenir en libellules, qu'ils nomment *angidina*. Cette nourriture est disponible toute l'année et l'omniprésence des imagos sur les Hautes Terres de façon quasi-permanente vient confirmer cette hypothèse. Elles sont trouvées avec les poissons pendant la pêche dans les rizières ou les rivières et leurs pattes sont enlevées avant la cuisson. On peut en manger 5 à 10 par jour ; elles sont récoltées pendant les sessions de pêche associées à la récolte du riz d'hiver, soit les mois d'avril et de mai.

### X.2.3. Arachnophagie

De tous les produits sauvages comestibles des Hautes-Terres, c'est lui le plus impressionnant. Nommée principalement *akalabe* (23/31) dans cette région de Madagascar, l'araignée *Nephila madagascariensis* Vinson sert de repas aux enfants qui la trouvent dans la forêt lorsqu'ils conduisent les zébus sur les terres de pâture. *L'akalabe* déploie ses toiles entre les houppiers. On n'a aucun mal à comprendre qu'elle porte un nom faisant référence à sa façon de jeter celles-ci « par-dessus les fossés ». Elle s'installe aussi à proximité des habitations, entre deux corniches voisines ou non loin d'une ruche, emplacement sans doute idéal. L'araignée est présente tout au long de l'année. Ce sont principalement les jeunes garçons qui les mangent grillées et certaines filles les accompagnent si elles ne sont pas effrayées. Mais quelques adultes en consomment également, en faible quantité, parce qu'il n'y en a pas beaucoup. Une seule villageoise, une sage-femme, nous a affirmé qu'elle les consomme. Elle nous a confié ne pas en parler beaucoup avec les autres familles, parce que c'est bon, énergétique et qu'il y en a pas assez pour nourrir fréquemment tous les villageois. De plus, l'araignée aurait des vertus médicinales qui permettraient de guérir des enfants malades, sans que nous puissions préciser de quel type de maladie il s'agit. Le traitement consiste à administrer à l'enfant sept *akalabe* grillées. La richesse énergétique mentionnée serait à l'origine de la guérison. L'araignée a aussi un rôle de fortifiant, ou *tambavy*.

La technique de récolte est simple. *L'akalabe* est aisée à repérer en raison de la disposition de ses toiles, sur lesquelles elle occupe une position centrale. A l'aide d'une

longue et fine branche, parfois une tige de bamboo d'une longueur de quelques mètres, l'araignée est délogée de sa toile. Rapidement, elle simule sa mort, ce qui la rend très facile à attraper. On l'immobilise en prenant les quatre pattes antérieures ensemble et puis les quatre postérieures. La position de mort rend cette action assez facile puisque l'araignée présente naturellement ses pattes dans une position avantageuse, regroupées près du corps. Elle est alors jetée au feu et grille rapidement. Dans d'autres cas, on lui enlève les pattes une par une avant de la griller ou de la frire. C'est la solution préférée par les adultes. Parfois, les crochets sont coupés pour réduire à néant les moyens de défense de l'araignée. La figure 13 montre l'araignée.



**Figure 13 : L'akalabe, *Nephila madagascariensis*. A gauche, dans sa toile entre deux corniches, à droite, en cours de préparation (découpage des pattes).**

La vente de cette ressource n'est pas pratiquée. Par ailleurs, on lui prête d'autres utilisations que son rôle alimentaire. En effet, le mot *akalabe* est employé pour décrire une araignée qui contiendrait une substance cicatrisante utilisée notamment après la circoncision. Grillée et réduite en poudre, elle peut être appliquée sur des coups douloureux pour apaiser la blessure. Nous ne pouvons affirmer qu'il s'agisse également de *N. madagascariensis*, d'autant que l'araignée aux vertus cicatrisantes serait trouvée sous les pierres et prendrait aussi le nom *d'akalamita*. Les mots *akalabe* et *halabe* symbolisent la même araignée, mais le second mot a principalement été employé par les habitants du *fokontany* de Vatolaivy, plus reculé dans les terres. Ils emploient indifféremment les termes *akalamita* et *halamita* pour la désigner.

Enfin, la soie des *akalabe* enroulée autour d'un bâton, constitue un excellent moyen d'attraper des insectes nuisibles. Quelques villageois n'hésitent d'ailleurs pas à déplacer une ou plusieurs araignées qu'ils trouvent dans la forêt, pour qu'elles installent de nouvelles toiles à proximité des cultures légumières, souvent sujettes à des attaques de parasites volants.

#### X.2.4. Mycophagie

C'est le mot *(h)olatra* qui fait référence aux champignons sur les Hautes Terres de Madagascar. Le nom de chacun d'entre eux commence par le préfixe « *(h)ola* », suivi d'un tiret et d'un mot qui décrit le champignon. Les champignons comestibles hébergés par la forêt de tapia sont très diversifiés (31/31). Ils sont tous récoltables en cas de pluies suffisamment intenses, mais à des degrés différents. Certains ont besoin de pluies quelques jours consécutifs pour émerger quand d'autres sortent de la terre pour peu qu'une pluie occasionnelle suffisamment intense survienne. C'est ainsi qu'ils sont tous retrouvés durant les mois de

décembre, de janvier et de février, soit les mois les plus chauds et humides. Quelques-uns poussent en hiver, après les éventuels épisodes pluvieux de la saison. Si la saison commence plus tôt et se termine plus tard, il en sera de même de la poussée des champignons. Ce sont les femmes et les enfants qui les récoltent, rarement les hommes. Un dicton malgache dit « faire n’importe quoi comme un homme qui récolte des champignons » ("Manala andro tahakan ny lehilahy maka olatra"), ce qui n’empêche pas certains d’entre eux de les récolter et pour cause : tout le monde en mange, tout le monde les aime, et leur goût est très agréable. La consommation d’une trop grande quantité peut provoquer des gênes digestives, mais parfois lorsque le riz manque, on remplace le manque par des champignons. Ils sont donc utilisés pendant la période dite de soudure. Quand les pluies commencent, les réserves de riz sont presque épuisées, mais les champignons émergent. Ils permettent de tenir jusqu’à la prochaine récolte de riz.

La préparation générale des champignons est décrite ici. Elle implique d’abord un nettoyage manuel visant à enlever un maximum de débris de grande taille : les racines, les mottes de terre résiduelles. Vient ensuite un nettoyage à l’eau, opération répétée plusieurs fois afin de supprimer les moindres grains de sable et de terre logés entre les lamelles ou les tubes, selon le genre. Les plus grands d’entre eux sont réduits en petites pièces avant la cuisson à l’eau bouillante. Celle-ci dure parfois deux heures. Lorsque l’eau est évaporée et qu’ils sont cuits, les champignons sont mis à revenir dans de l’huile et du sel en guise d’assaisonnement de base. Une sauce supplémentaire peut être ajoutée, à base d’arachide ou de haricots.

Au niveau des quantités consommées, l’idée générale est de profiter des champignons quand ils sont disponibles. Le surplus de récolte est soit vendu à un très bon prix, soit fait sécher en vue d’une consommation ultérieure. C’est le seul produit sauvage qui vient à être séché. Les autres sont en effet mangés frais en raison de leur rapide putréfaction après la récolte. La fréquence de consommation est plus que journalière : les familles nombreuses peuvent en manger matin, midi et soir, parce que beaucoup de récolteurs travaillent. Les très jeunes familles en consomment moins par manque de temps pour la récolte. Chaque famille semble connaître un coin particulier de la forêt où se trouvent les différentes espèces mangées. La quantité maximale consommée est d’1.5 kg par jour pour sept personnes, en faisant l’hypothèse de trois repas quotidiens de champignons. Parfois, des surplus de récolte sont vendus. Il y a même des personnes qui ne font que les vendre, ne consommant pour ainsi dire jamais les champignons récoltés. Ces derniers sont toutefois peu fréquents. Les sites de vente sont bien plus variés que pour les autres ressources et surtout la vente est plus intéressante dans des villes à l’est d’Arivonimamo, jusqu’à la capitale Antananarivo. Il s’agit notamment des villes d’Ampitatafika, Fenoarivo, Merintsitosika et Anosizato. Par ailleurs, les étrangers recherchent parfois les champignons ; ils sont prêts à payer plus cher que les autochtones. Une bonne stratégie de vente consiste à cueillir pendant une journée entière, puis à vendre l’intégralité des récoltes. Au marché de Fenoarivo, une assiette pleine de champignons frais peut se vendre à un prix de 500 MGA. Lorsqu’elles sont vendues par trois, le prix commun peut descendre à 1000 MGA. Pour une journée de vente consécutive à une journée de récolte, les villageois peuvent gagner 10000 à 13000 MGA. Le prix de vente à Arivonimamo est nettement moins avantageux, soit 200 à 300 MGA l’assiette.

Le tableau à l’annexe 3 reprend tous les champignons comestibles évoqués au cours des enquêtes. Pour chacun, nous avons attribué 3 points au premier champignon cité, 2 pour le second, 1 au troisième et 0.5 à tous les autres, comme effectué par Malaisse et *al.* [2007]. Le classement est donc emprunt des préférences des villageois, des connaissances qu’ils ont des champignons et, peut être par extrapolation, de l’abondance des différentes ethnoespèces mentionnées. Lorsque plusieurs noms vernaculaires sont à la même ligne du tableau, c’est qu’ils sont attribués au même champignon.

### X.2.5. Phytophagie

Nous décrirons les fruits consommés couramment dans un premier temps, les baies moins courantes ensuite et finalement les autres plantes.

#### A) Les fruits

Les fruits de tapia, les « *voa-tapia* » (voa : le fruit), sont probablement les plus cueillis d'entre les fruits (26/31). Ce sont des drupes jaunes ou vertes, oblongues et d'un diamètre de 20 à 30 mm. Ils sont mûrs et adoptent une couleur brunâtre dès le mois d'octobre jusqu'au mois de décembre. Les *goavy* (goyaves, fruit de *Psidium guajava* Radeli, Myrtaceae), sont mûres dès le mois d'avril et jusqu'au mois de juin (22/31). Il en existe plusieurs variétés selon la taille et la couleur de la chair du fruit. Le *rotra* (fruit de *Eugenia emirnense* Baker, Myrtaceae) est quant à lui disponible en janvier février et mars, période où les drupes prennent une teinte violacée (16/31). Ces deux arbres poussent à proximité directe des villages, et pas au sein même de la forêt. Les goyaves sont parfois préparées en jus ou en confiture et le *rotra* en vin ; il suffit d'ajouter de l'eau tiède et beaucoup de sucre à 1 kg de fruits bien mûrs et ensuite de laisser macérer 36 h. Quant au *voa-tapia*, il est parfois préparé en rhum que l'on appelle le « *toaka-gasy* ». Mais en général, les fruits sont mangés crus. Tout le monde en récolte et tout le monde en mange, bien que les enfants en soient plus friands que les adultes. En saison, ces derniers peuvent manger une dizaine de goyaves par jour. Il est, par contre, difficile d'estimer la consommation en *rotra*. Les fruits de tapia sont récoltés sur le sol. Il est interdit d'en récolter sur les arbres, du moins dans le VOI du *fokontany* d'Amby. Nous ne pouvons extrapoler cette information aux autres VOI de la commune rurale d'Arivonimamo. La récolte peut aller jusqu'à un demi *sobika* moyen par jour et par personne. Les fruits doivent d'abord être lavés avant d'être mangés. Il n'est pas recommandé d'en consommer à jeun ou en trop grande quantité, car ils provoqueraient des brûlures d'estomac.

Dans le VOI d'Amby, chaque famille qui cueille des fruits de tapia doit verser une cotisation de 200 MGA au VOI par saison de récolte, aussi bien pour les vendre que pour les consommer. Les étrangers n'ont pas le droit d'en cueillir. Des vols par des villageois habitant hors du territoire du VOI ont déjà été constatés. En revanche, n'importe qui peut cueillir des goyaves ou des *rotra*. Ces derniers ne font l'objet d'aucune forme d'interdiction. Ces deux fruits sont surtout consommés pour leur goût sucré. Nous n'avons reçu aucun témoignage relatant leur effet bénéfique sur la santé.

Malgré la cotisation versée au VOI, les villageois considèrent généralement que les fruits de tapia constituent une source de revenu appréciable, surtout compte tenu de la période à laquelle ils sont vendus. Pendant ces mois difficiles, ils constituent une aide estimable. Un *sobika* moyen peut se vendre jusqu'à 3000 MGA. Dans le *fokontany* de Vatolaivy, un collecteur vient chaque année acheter une grande quantité de fruits de tapia pour les revendre au marché d'Anosibe (à la capitale), où ils sont redirigés vers les côtes de Madagascar. Il peut ainsi donner jusqu'à une somme de 500.000 MGA à l'équipe de récolteurs. Certaines personnes ne font que vendre les fruits, sans même les consommer. Les goyaves peuvent se vendre au même prix que les fruits de tapia. Le *rotra* se vend moins bien que les deux autres fruits, mais nous n'avons pas pu obtenir d'estimation de son prix.

Une personne adulte peut consommer jusqu'à 8 *kapaoka*/jour de *voa-tapia*, pour autant qu'elle n'ait pas de problèmes de digestion. Pour les deux autres fruits, la quantité d'un petit *sobika*/jour est courante. Ce qu'il faut retenir pour ces deux derniers, c'est qu'un surplus est très souvent récolté et qu'il est alors vendu.

Quelques autres fruits sont consommés de façon beaucoup plus sporadique que les trois précédents : ce sont des baies. Ils sont mangés par les personnes qui travaillent aux champs ou qui passent dans la forêt. Les enfants semblent en profiter beaucoup. Ces fruits, puisqu'ils sont peu abondants, ne sont pas vendus sauf à de rares exceptions.

Le *voafotsy* (voa : fruit, et fotsy : blanc) est mûr aux mois d'octobre, novembre et décembre (12/31). C'est le fruit de l'espèce *Aphloia theaeformis* (Vahl.) Benn (Flacourtiaceae), dont les feuilles sont aussi utilisées comme infusion. Le *voa-rohy* est récoltable en janvier et février, en octobre et novembre. C'est le fruit de l'arbuste *Rubus apelatus* (Rosaceae) (4/31). Les fruits du *merika* (*Dombeya elliptica* Bojer – Sterculiaceae) sont mangés par les enfants aux mois d'avril et mai (5/31). Les baies vertes de 2 cm<sup>3</sup> sont mûres lorsqu'elles sont molles et sucrées. Plus rares encore, les fruits du *voaramontsina* (*Vaccinium emirnense* Hook. – Ericacea), mûrs aux mois de septembre et octobre sont eux aussi consommés (3/31).

## B) Les autres plantes

Des plantes sauvages comestibles autres que les fruits sont consommées. Les feuilles de *tsikirity* (espèce non identifiée – 8/31) et d'*anatsina* (*Bidens bipinnata* L. et *B. pilosa* L. – Asteraceae – 7/31) sont disponibles toute l'année. Les feuilles *d'anamamy* (espèce non identifiée – 4/31) et de *tsivahadrenikely* (espèce non identifiée – 2/31) sont disponibles pendant la saison des pluies. Ce sont souvent les femmes qui les récoltent mais tous en mangent. Cependant, *l'anatsina* et le *tsivahadrenikely* sont réputés pour leurs vertus apaisantes et les personnes souffrant d'hypotension n'en mangent pas. Après avoir été lavées, ces feuilles sont bouillies et, la plupart du temps, on jette l'eau résiduelle car elle est amère (surtout dans le cas de *l'anatsina*). Les quantités consommées varient en fonction de ce qui est trouvé dans la forêt mais ces ressources sont globalement peu consommées, soit une fois par semaine à raison d'un petit *sobika* toutes les deux semaines (pour chacune des quatre ressources).

### X.2.6. Visite des marchés

Nous n'avons pas pu observer les produits déclarés comme vendus sur les marchés par les personnes interrogées en raison, pour ce qui concerne les champignons, de la saison au cours de laquelle nous avons visité lesdits marchés. Pour ce qui concerne les insectes, leur absence des marchés pourrait s'expliquer par les mêmes raisons. Nous aurions ainsi visité ces marchés trop tôt dans l'année. Cette absence des produits en question sur les étals des marchés pourrait aussi confirmer que les ressources sont si peu abondantes à l'heure actuelle qu'elles ne font plus que très rarement l'objet d'un commerce.

D'autre part, nous avons pu observer la vente de plantes médicinales séchées au marché d'Arivonimamo, à raison d'une somme de 200 MGA pour une botte d'herbes d'une vingtaine de grammes. Nous avons pu discuter avec les commerçants, qui nous ont confirmé que ces plantes séchées venaient en grande partie de la forêt de tapia. Leurs vertus variaient très fort d'un témoignage à l'autre. Plus tard, nous avons constaté de grands étals de plantes médicinales au marché d'Anosibe.

### X.3. RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES RÉALISÉES SUR LES ÉCHANTILLONS RÉCOLTÉS

Nous avons pu récolter des *akalabe*, et des *sarohy* ainsi que des *bokana*. Nous avons également eu la chance de pouvoir acheter des champignons séchés, soit les *ola-dronono*, *ola-tapia*, *ola-katikena*, et *ola-karavola*. Ce sont ces sept ressources qui ont fait l'objet de nos analyses. Elles ont été récoltées dans la même région d'étude, à la même période de l'année. Cela mérite d'être mentionné dans la mesure où, des espèces semblables, prélevées dans d'autres régions, à d'autres moments de l'année, ou lors d'un état plus ou moins avancé du stade consommé, peuvent présenter un profil alimentaire non pas radicalement distinct, mais dont les différences seraient non négligeables. Par ailleurs, il est nécessaire de considérer, outre les espèces d'intérêt, le mode de préparation usuel pour consommer ces ressources. En effet, il peut influer grandement sur le contenu final des produits.

Dans un souci de concision, les abréviations suivantes seront de vigueur lors de la description des résultats des analyses qui ont été entreprises: MS pour la matière sèche réelle (MS2 dans le tableau ci-dessous), MF pour la matière disponible pour l'analyse (MS1 dans le tableau ci-dessous), MG pour matière grasse, et AA pour acides aminés, et AG pour acides gras.

Le tableau 6 reprend les quantités de matière fraîche disponible au départ, ainsi que les pourcentages de matières sèches disponibles pour les analyses, après leur préparation.

**Tableau 6 : Tableau récapitulatif de la préparation des échantillons pour les analyses : la deuxième colonne montre la quantité de matière disponible pour les analyses, la troisième donne la matière sèche réelle (%) dans la matière analysable.**

Echantillon	MF congelée (g)	MS1 après lyophilisation (g - %MF)	% MS2 dans MS1 (g)	%MS2 dans MF récoltée
Akalabe (araignée)	51.86	14.65 (28,24%)	90.26	25.50
Bokana (chenille)	17.97	3.12 (17.36%)	89.64	15.56
Sarohy (chenille)	63.8	14.01 (21.96%)	90.41	19.85
Ola-dronono (champignon)	20.6	18.48 (89.71%)	90.04	-
Ola-tapia (champignon)	5.72	5.22 (92.26%)	90.71	-
Ola-katikena (champignon)	45.15	41.32 (91.52%)	91.05	-
Ola-karavola (champignon)	54.88	49.84 (90.82%)	91.14	-

Le pourcentage de matière sèche réelle dans la matière récoltée ne peut être calculé que pour les trois premiers échantillons. Les champignons ayant été récoltés séchés, ce calcul ne peut être effectué dans leur cas.

#### X.3.1. Proportions en lipides des échantillons, obtenues par la méthode d'extraction de Folch

Le tableau 7 montre les proportions lipidiques des échantillons ayant subi l'extraction par la méthode de Folch (moyenne de deux déterminations).

**Tableau 7 : Proportion de MG dans la MS1 (après lyophilisation), et dans la MF (matière fraîche récoltée).**

Echantillon	%MG/Matière sèche après lyophilisation	%MG/Matière fraîche récoltée
Akalabe (araignée)	5.84	1.65
Bokana (chenille)	0.44	0.08
Sarohy (chenille)	15.74	3.46
Ola-dronono (champignon)	5.39	4.83
Ola-tapia (champignon)	2.18	1.99
Ola-katikena (champignon)	6.37	5.83
Ola-karavola (champignon)	5.44	4.94

Les proportions globales en lipides sont relativement faibles dans chaque cas, qu'il s'agisse de l'araignée, des deux chenilles, ou des champignons. Notons que pour ces derniers, elle doit être revue à la baisse par rapport à la matière fraîche récoltée, puisqu'ils ont été achetés séchés. Pour comparer les différents aliments étudiés, on peut donc s'en remettre à la matière sèche après lyophilisation. Ces aliments sont donc globalement peu riches en lipides. C'est la chenille *sarohy* qui est la plus riche en lipides, avec 15.74% de MG dans la MS après lyophilisation. Les résultats obtenus pour la chenille *bokana* sont présentés ici, mais sont à prendre avec réserve. Suite à des difficultés techniques avec cet échantillon, nous avons dû répéter l'extraction des lipides. Cependant, la quantité de chenilles disponibles pour les analyses étant faibles, nous avons été dans l'obligation de réaliser la seconde extraction avec des quantités de matière et de réactifs dix fois plus faibles. Au vu de leur proximité systématique, le *sarohy* et le *bokana* pourraient contenir des proportions semblables de matières grasses.

### **X.3.2. Détermination du profil en acides gras par CPG successive à la transestérification, et interprétation des résultats**

Nous procèderons par comparaison entre échantillons proches systématiquement. Notons que pour chacun des échantillons - puisqu'ils contiennent tous des acides insaturés, comme nous le verrons - il serait utile de réaliser une vérification de l'isométrie cis-trans des doubles liaisons, par GC (chromatographie en phase gazeuse) couplée à un détecteur FTIR (Fourrier transformed – Infra-red spectroscopy). Les isomères trans venant principalement de produits industriels ayant subi une hydrogénéation, nous prendrons ici pour hypothèse qu'il s'agit des isomères cis. De plus, leurs temps de rétention chromatographique permettent le plus souvent de bien les distinguer de leurs isomères trans.

Le tableau 8 reprend les résultats du profil en acides gras obtenus pour l'araignée *akalabe*.

**Tableau 8 : Profil en acides gras pour l'araignée « Akalabe »**

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite de l'araignée : "Akalabe"			
Temps de rétention en CPG (min)	Symbol (nomenclature normalisée)	Nom commun (ou systématique) de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)
9.834	c16	ac. palmitique	14.03
10.164	c16:1(9)	ac. palmitoléique	1.33
12.768	c18	ac. stéarique	11.56
13.048	c18:1(9)	ac. oléique	31.31
13.130	c18:1(11)?	ac. vaccénique	2.39
13.705	c18:2(9,12) - c18:2 $\omega$ -6	ac. linoléique	22.18
14.643	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 $\omega$ -3	ac. $\alpha$ -linolénique	8.00
15.749	c20	ac. arachidique	1.21
16.010	c20:1(9)	ac. gadoléique	0.85
17.400	c20:3n3	ac. éicosatriénoïque	3.68
18.354	c20:5n3	ac. éicosapentanoïque	3.45
Acides gras non identifiés (%)		2.39	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	26.80	
	AG mono-insaturés	33.49	
	AG poly-insaturés	37.32	
Rapport $\omega$ -6/ $\omega$ -3		2.77	

L'acide gras le plus rencontré dans l'araignée que nous avons étudiée, est l'acide oléique, à raison de 31.31%. Le second acide le plus important est l'acide linoléique. Viennent ensuite l'acide palmitique (14.03%), l'acide stéarique (11.56%), et l'acide  $\alpha$ -linolénique, à raison de 8.00%. Les autres acides sont présents dans des proportions inférieures à 5% chacun. Globalement, il s'agit d'acides à chaînes longues, dont quatre possèdent 20 atomes de carbone. Les résultats chromatographiques ont montré deux pics successifs aux temps 13.048 et 13.130, suggérant qu'il s'agissait pour le premier de l'acide oléique. Nous émettons l'hypothèse que le second est l'acide vaccénique. Il fait partie de ces composés qui n'ont pas pu être identifiés lors du passage en CPG de la solution d'EMAG. L'analyse d'une solution plus concentrée en acides gras, par GCMS, permettrait de lever l'ambiguïté sur ces composés, notamment cet hypothétique acide vaccénique, responsable des 2.39% d'indétermination au niveau du profil obtenu.

Les proportions respectives des trois grandes familles d'acides gras, soit les saturés, les monoinsaturés et les polyinsaturés, sont relativement équitables, avec presque 75% d'acide non saturés, conférant au profil une qualité lipidique certaine. Le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 sera effectué uniquement sur base du rapport entre l'acide linoléique et l'acide  $\alpha$ -linolénique, car ils sont les seuls pour lesquels nous pouvons affirmer qu'il s'agit d' $\omega$ -6 et d' $\omega$ -3. Le rapport obtenu est de 2.77, ce que l'on peut qualifier d'un excellent rapport, même si en valeur absolue, l'acide  $\alpha$ -linolénique n'est présent qu'à raison de 8%.

Le tableau 9 reprend le profil en acides gras de la chenille *sarohy* et le tableau 10 celui de la chenille *bokana*.

Tableau 9 : Profil en acide gras de la chenille *Sarohy*.

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite de la chenille : "Sarohy"			
Temps de rétention en CPG (min)	Symbol (nomenclature normalisée)	Nom commun (ou systématique) de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)
7.246	c14	ac. myristique	0.79
9.889	c16	ac. palmitique	21.65
10.097	c16:1(6)(?)	ac. palmitoléique	0.23
10.184	c16:1(9)	ac. palmitoléique	0.32
10.359	NI		0.32
11.278	c17	ac. margarique	0.81
12.289	NI		0.27
12.811	c18	ac. stéarique	10.12
13.060	c18:1(9)	ac. oléique	9.66
13.722	c18:2(9,12) - c18:2 ω-6	ac. linoléique	9.22
14.744	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 ω-3	ac. α-linolénique	46.06
15.763	c20	ac. arachidique	0.31
17.656	c20:4n6	ac. arachidonique	0.24
Acides gras non identifiés (%)		0.81	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	33.68	
	AG mono-insaturés	9.99	
	AG poly-insaturés	55.52	
Rapport ω-6/ω-3		0.20	

Tableau 10 : Profil en acides gras de la chenille *Bokana*.

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite de la chenille : "Bokana"			
Temps de rétention en CPG (min)	Symbol (nomenclature normalisée - nomenclature oméga))	Nom commun de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)
7.222	c14	ac. myristique	0.96
9.840	c16	ac. palmitique	19.15
11.259	c17	ac. margarique	0.83
12.249	NI		0.80
12.766	c18	ac. stéarique	11.89
13.020	c18:1(9)	ac. oléique	7.89
13.695	c18:2(9,12) - c18:2 ω-6	ac. linoléique	12.48
14.684	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 ω-3	ac. α-linolénique	46.00
Acides gras non identifiés (%)		0.80	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	32.82	
	AG mono-insaturés	7.89	
	AG poly-insaturés	58.48	
Rapport ω-6/ω-3		0.27	

En ce qui concerne ces deux chenilles, le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 calculé uniquement sur base des acides linoléique et  $\alpha$ -linolénique est très faible. Pour le *sarohy*, on obtient en effet un rapport de 0.20 et pour le *sarohy*, 0.27. Et pour cause, l'acide gras le plus important dans les deux cas est l'acide  $\alpha$ -linolénique, dans des proportions dont la proximité ne fait que renforcer nos suppositions de similitude de composition entre deux espèces proches taxonomiquement parlant. Dans le cas du *sarohy*, on observe en effet 46.06% et dans le cas du *bokana*, 46.00%. Une telle proximité est difficilement ignorable. Donc, ces deux ressources sont extrêmement riches en oméga-3, et à raison de plus de 50%, en acides gras de type polyinsaturés (58.48% pour le *bokana* et 55.52% pour le *sarohy*).

Le *sarohy* est également riche en acide palmitique (21.65%), et dans de moindres mesures en acides stéarique (10.12%), oléique (9.66%), et linoléique (9.22%). Trois indéterminations subsistent et pourraient être levées par la même analyse approfondie que dans le cas de l'*akalabe*. L'une d'entre elles porte sur l'hypothétique isomère cis 6 de l'acide palmitoléique. Les deux autres sont liées à des temps de rétention non représentés de façon proche par les EMAG présents dans le témoin utilisé lors de la CPG.

Le *bokana* est riche en acides palmitique (19.15%), linoléique (12.48%), stéarique (11.89%) et oléique (7.89%). La seule indétermination observée dans ce cas est probablement similaire à l'une des deux observées dans le cas du *sarohy*. En effet, les temps de rétention observés sont très proches (12.289 pour le *sarohy*, et 12.249 pour le *bokana*).

Enfin, les quatre derniers tableaux reprennent les résultats obtenus lors de l'analyse des quatre champignons étudiés. Le tableau 11 montre les profils en acides gras des champignons *ola-karavola* et *ola-katikena*. Les champignons ont été séchés et sont restés conservés de la sorte pendant près de quatre mois, après la dernière saison des pluies. Nous les avons achetés à ce moment là. Nous commençons par une présentation comparative entre l'*ola-katikena* et l'*ola-karavola*. Ils montrent en effet certaines similitudes intéressantes à remarquer.

Ils sont tous les deux les plus riches en acide oléique (*ola-katikena* : 36.19%, *ola-karavola* : 33.37%). Cependant l'acide le plus retrouvé dans l'*ola-karavola* est l'acide linolénique à raison de 34.45%, contre 28.37% pour l'*ola-katikena*. Leurs teneurs en acide palmitique sont similaires (*ola-katikena* : 22.35%, *ola-karavola* : 22.65%), et c'est également le cas pour l'acide stéarique avec des teneurs beaucoup plus faibles. Les autres acides gras sont présents en quantités très faibles, souvent inférieures à 1%. L'hypothétique isomère cis 6 de l'acide palmitoléique est présent dans les deux champignons, dans les mêmes proportions, tout comme l'acide palmitoléique dosé. Trois indéterminations pourraient être levées avec une solution plus concentrée analysée par GCMS.

Le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 est vraiment très élevé. Cela signifie que pour de grandes quantités de consommation des champignons, comme cela peut être le cas lors de la saison de récolte, il est important de compléter l'alimentation par des graisses riches en oméga-3. Les champignons sont généralement préparés avec de l'huile végétale, qui pourrait représenter cet apport. Les proportions des trois grands types d'acides gras approchent le ratio 1/3:1/3:1/3 dans les deux cas. Ils sont donc presque équitablement rencontrés chez les deux champignons.

Tableau 11 : Profils en acides gras des champignons Ola-karavola et Ola-katikena.

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite du champignon : "Ola-karavola"				Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite du champignon: "Ola-katikena"				
Temps de rétention en CPG (min)	Symbolé (nomenclature normalisée)	Nom commun (ou systématique) de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)	Temps de rétention en CPG (min)	Symbolé (nomenclature normalisée)	Nom commun (ou systématique) de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)	
8.485	c15	ac. pentadécylique	0.51	7.257	c14	ac. myristique	0.71	
9.892	c16	ac. palmitique	22.65	7.375	NI		0.22	
10.099	c16:1(6)(?)	ac. palmitoléique	0.26	8.481	c15	ac. pentadécylique	0.79	
10.186	c16:1(9)	ac. palmitoléique	0.65	9.891	c16	ac. palmitique	22.35	
12.818	c18	ac. stéarique	5.02	10.093	c16:1(6)(?)	ac. palmitoléique	0.84	
13.109	c18:1(9)	ac. oléique	33.37	10.185	c16:1(9)	ac. palmitoléique	0.89	
13.783	c18:2(9,12) - c18:2 ω-6	ac. linoléique	34.45	12.819	c18	ac. stéarique	6.48	
14.650	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 ω-3	ac. α-linolénique	0.21	13.121	c18:1(9)	ac. oléique	36.19	
15.762	c20	ac. arachidique	0.21	13.773	c18:2(9,12) - c18:2 ω-6	ac. linoléique	28.37	
16.692	c20:2	ac. éicosadiénoïque	0.55	14.644	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 ω-3	ac. α-linolénique	0.24	
16.810	NI		0.26	15.760	c20	ac. arachidique	0.80	
18.692	c22	ac. béhenique	0.79	16.687	c20:2	ac. éicosadiénoïque	0.22	
21.495	c24	ac. lignocérique	1.08	18.686	c22	ac. béhenique	0.64	
Acides gras non identifiés (%)		0.52		20.634	NI		0.74	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	30.26		21.487	c24	ac. lignocérique	0.51	
	AG mono-insaturés	34.02		Acides gras non identifiés (%)		1.81		
	AG poly- insaturés	35.21		Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	32.28		
Rapport ω-6/ω-3		163.93			AG mono-insaturés	37.07		
					AG poly-insaturés	28.84		
					Rapport ω-6/ω-3	117.43		

Enfin, le tableau 12 et le tableau 13 illustrent les profils en acides gras du *ola-tapia* et du *ola-dronono*.

Dans le cas du *ola-tapia*, c'est l'acide oléique qui est le plus présent, avec 40.40%. Il fait d'ailleurs largement pencher la balance en faveur des acides monoinsaturés, plus présents que les autres. Viennent ensuite les acides linoléique (20.56%) et palmitique (20.18%). Le seul autre acide gras présent de façon significative est l'acide stéarique, à raison de 11.09%. Le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 est très important ici, bien qu'il ne soit pas aussi élevé que pour les deux champignons décrits ci-dessus. Enfin, trois acides n'ont à nouveau pas pu être identifiés.

**Tableau 12 : Profil en acides gras du champignon Ola-tapia.**

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite du champignon : "Ola-tapia"			
Temps de rétention en CPG (min)	Symbol (nomenclature normalisée - nomenclature oméga))	Nom commun de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)
8.201	NI		0.60
8.474	c15	ac. pentadécylque	1.10
9.858	c16	ac. palmitique	20.18
10.170	c16:1(9)	ac. palmitoléique	0.69
12.793	c18	ac. stéarique	11.09
13.089	c18:1(9)	ac. oléique	40.40
13.727	c18:2(9,12) - c18:2 $\omega$ -6	ac. linoléique	20.56
14.637	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 $\omega$ -3	ac. $\alpha$ -linolénique	0.81
15.753	c20	ac. arachidique	0.56
16.194	c20:1(9)	ac. gadoléique	0.77
18.681	c22	ac. béhenique	0.72
18.821	NI		0.45
18.876	NI		0.54
21.484	c24	ac. lignocérique	1.52
Acides gras non identifiés (%)		1.59	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	35.17	
	AG mono-insaturés	41.87	
	AG poly-insaturés	21.37	
Rapport $\omega$ -6/ $\omega$ -3		25.47	

Pour terminer, nous analyserons les résultats obtenus pour *l'ola-dronono* (tableau suivant). Nous pouvons tout d'abord constater le niveau d'indétermination bien plus élevé que dans les autres cas déjà décrits. Huit temps de rétention non correspondant avec les temps du témoin représentent un total de 15.62% d'indétermination des acides gras de ce champignon.

D'autre part, ce champignon est la seule ressource observée jusqu'ici à être aussi riche en acide éicosapentanoïque (10.71%). Les proportions en acides linoléique et oléique sont de 22.92% et 18.96% respectivement. Le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 est le meilleur observé pour les champignons étudiés. En effet, il se rapproche de celui observé pour les Chenilles. Il s'agit peut-être du champignon le plus sain de ceux que nous avons étudiés, du point de vue des acides gras. D'ailleurs, les acides saturés ne sont présents qu'à raison de 12.19%. Mais ne perdons pas de vue que ces chiffres ne tiennent pas compte des 15.62% d'acides gras indéterminés dans les lipides extraits. Une analyse GC-MS complémentaire permettrait vraisemblablement de lever l'indétermination inhérente à divers pics détectés dans cet échantillon.

Tableau 13 : Profil en acides gras du champignon Ola-dronono.

Proportion des différents AG dans la matière grasse extraite du champignon: "Ola-dronono"			
Temps de rétention en CPG (min)	Symbol (nomenclature normalisée - <i>nomenclature oméga</i> )	Nom commun (ou systématique) de l'acide gras	Pourcentage de l'AG dans l'échantillon (%)
4.544	c11	ac. undécylque	0.21
5.915	NI		0.40
6.977	NI		1.78
8.473	c15	ac. pentadécylque	1.62
9.833	c16	ac. palmitique	7.26
10.169	c16:1(9)	ac. palmitoléique	0.81
10.342	NI		1.22
11.604	c17:1	ac. heptadécanoïque	0.98
12.447	NI		1.55
12.633	NI		1.83
12.799	c18	ac. stéarique	2.27
13.035	c18:1(9)	ac. oléique	18.96
13.181	c18:1(11)?	ac. vaccénique	1.53
13.705	c18:2(9,12) - c18:2 $\omega$ -6	ac. linoléique	22.92
13.980	NI		2.20
14.082	c18:3gamma	ac. $\gamma$ -linolénique	6.83
14.638	c18:3alpha(9,12,15) - C18:3 $\omega$ -3	ac. $\alpha$ -linolénique	4.82
15.530	c20	ac. arachidique	0.82
16.011	c20:1(9)	ac. gadoléique	0.83
16.126	NI		3.12
16.333	NI		1.99
17.043	c20:3n6	ac. di-homo- $\gamma$ -linolénique	2.93
18.462	c20:5n3	ac. éicosapentaénoïque	10.71
18.878	c22:1n9	ac. érucique	0.96
19.852	c22:2	ac. docosadienoïque	1.46
Acides gras non identifiés (%)		15.62	
Composition en types d'acides gras (%)	AG saturés	12.19	
	AG mono-insaturés	21.56	
	AG poly-insaturés	49.66	
Rapport $\omega$ -6/ $\omega$ -3		2.20	

### X.3.3. Dosage de l'azote total et des protéines, différences entre échantillons délipidés et non délipidés

Le (tableau 14) montre les pourcentages d'azote et de protéines pour chaque aliment étudié, et pour les échantillons non délipidés et délipidés.

Tableau 14 : Pourcentage d'azote et de protéines dans les échantillons non délipidés et délipidés.

Echantillons	Pourcentage d'azote dans les échantillons (MS1)		Pourcentage de protéines dans les échantillons (MS1)	
	non délipidés :	délipidés :	non délipidés :	délipidés :
1 Akalabe (araignée)	12.12	12.47	75.76	77.94
2 Sarohy (chenille)	10.50	11.70	65.64	73.13
3 Bokana (chenille)	10.70	10.87	66.87	67.94
4 Ola-dronono (champignon)	4.17	4.39	26.08	27.44
5 Ola-katikena (champignon)	4.78	4.80	29.89	30.00
6 Ola-karavola (champignon)	4.08	4.06	25.53	25.38
7 Ola-tapia (champignon)	4.49	4.52	28.08	28.25

Dans un premier temps, on remarque d'abord que la concentration en azote ou en protéines toujours plus forte dans les échantillons délipidés, sauf pour l'*ola-karavola*. Cela s'explique facilement par le fait que sans les lipides, la matière azotée est forcément plus concentrée. Cependant, il ne faut pas oublier que la méthode de Folch extrait également les protéolipides de la matière, et que la relation de pourcentage entre les échantillons délipidés et les autres n'est pas strictement proportionnelle. Dans le cas de l'*ola-karavola*, on peut déduire une plus grande proportion en protéolipides, puisque la concentration azotée est moins importante après délipidation.

Ensuite, on remarque que c'est l'araignée qui contient le plus de protéines par rapport aux autres échantillons, avec 75.76% pour les échantillons non délipidés. Les deux espèces de chenilles se situent juste derrière, avec 65.64 et 66.87% de protéines, alors que les valeurs observées pour les champignons sont nettement plus faibles, variant de 25.53 à 29.89%. C'est donc l'apport entomophagique qui est le plus important du point de vue des protéines totales, ce qui ne suffit pas à qualifier la qualité nutritionnelle azotée de ces aliments. En effet, pour cela, la définition du profil en acides aminés reste encore à déterminer. Retenons simplement que les araignées contiennent jusqu'à trois fois plus de protéines que les champignons étudiés, alors que les chenilles en contiennent un peu plus du double.

### X.3.4. Dosage des acides aminés totaux, soufrés et du tryptophane

Le tableau 15 synthétise les résultats obtenus au cours des trois opérations de dosage des acides aminés. Les dosages sont exprimés en grammes d'acide aminé par cent grammes de matière brute. Une comparaison est réalisée avec le taux de protéines calculé sur base du dosage de l'azote.

**Tableau 15 : Résultats généraux du dosage des acides aminés dans les sept échantillons analysés. Les résultats sont exprimés en gAA/100gMF. Le total de dosage par échantillon est réalisé, et comparé au taux de protéines calculé sur base du dosage de l'azote.**

<u>Acides aminés dosés</u>		<u>Echantillons (gAA/100gMF)</u>						
		Akalabe (araignée)	Sarohy (chenille)	Bokana (chenille)	Ola-dronono (champignon)	Ola-katikena (champignon)	Ola-karavola (champignon)	Ola-tapia (champignon)
asp	acide aspartique	6.24	6.23	5.88	2.24	2.00	1.86	2.19
thr	thréonine	2.86	3.20	3.11	1.20	1.18	1.07	1.25
ser	sérine	3.53	3.72	3.40	1.43	1.19	1.14	1.26
glu	acide glutamique	7.40	8.39	8.66	2.83	3.04	2.35	3.44
pro	proline	3.09	3.59	2.97	1.10	0.90	0.80	0.95
gly	glycine	5.18	3.63	3.29	1.11	0.98	1.03	1.07
ala	alanine	5.91	3.62	3.50	1.51	1.35	1.06	1.31
<b>cys-cys</b>	<b>cystine</b>	0.97	1.15	0.98	0.39	0.25	0.27	0.25
val	valine	3.74	3.74	3.50	1.58	1.30	1.40	1.43
<b>met</b>	<b>méthionine</b>	1.92	2.13	2.14	0.94	0.76	0.84	0.81
lle	isoleucine	2.94	2.90	2.75	1.07	0.88	0.82	1.01
leu	leucine	4.98	3.98	3.76	1.58	1.58	1.42	1.67
tyr	tyrosine	3.89	3.20	3.26	0.61	0.63	0.57	0.59
phe	phénylalanine	1.59	1.95	1.61	0.72	0.76	0.62	0.91
his	histidine	1.86	2.36	2.28	0.79	0.68	0.54	0.71
lys	lysine	4.50	5.09	4.90	1.11	1.18	1.03	1.22
trp	tryptophane	0.54	0.97	0.84	0.36	0.37	0.53	0.28
arg	arginine	4.23	3.50	3.40	1.35	1.16	1.05	1.25
<b>TOTAL</b>		<b>65.09</b>	<b>62.38</b>	<b>59.39</b>	<b>21.56</b>	<b>19.81</b>	<b>17.87</b>	<b>21.31</b>
<b>% N</b>		<b>12.47</b>	<b>11.70</b>	<b>10.87</b>	<b>4.39</b>	<b>4.80</b>	<b>4.06</b>	<b>4.52</b>
<b>% protéines</b>		<b>77.94</b>	<b>73.13</b>	<b>67.94</b>	<b>27.44</b>	<b>30.00</b>	<b>25.38</b>	<b>28.25</b>

Outre la richesse protéique qui est nettement supérieure dans le cas des chenilles et des araignées, on remarque que les teneurs en les différents AA sont relativement similaires pour le même trio d'échantillons. C'est également le cas des quatre champignons étudiés.

Lors de l'hydrolyse acide, chaque protéine est divisée en ses unités de base, les acides aminés. Ce processus s'accompagne de l'ajout d'une molécule d'eau à chaque acide aminé libéré. Ainsi, lorsque l'on somme les doses en gAA/100gMF de tous les AA dosés, on obtient une valeur non pas égale à la quantité de protéines présente dans 100g de MF mais légèrement supérieure. Cependant, ce n'est pas ce qui est observé ici ; la proportion totale en AA est même inférieure au taux de protéines dans la matière délipidée. Nous pouvons émettre plusieurs hypothèses quant aux raisons de cette différence.

D'abord, et cela est valable pour tous les échantillons, nous n'avons pas procédé au dosage de la glutamine et de la galactosamine, ces deux AA n'étant tout simplement pas représentés dans le standard disponible lors de l'injection en colonne. Ensuite, nous savons que l'exosquelette des insectes et des arthropodes en général est constitué d'une quantité considérable de chitine, un polysaccharide aminé fait de groupes N-acétyl-glucosamine. Elle

contient 6.89g/mol d'azote. Les champignons contiennent aussi de la chitine, au niveau de leurs parois cellulaires. Une partie de l'azote dosé au départ proviendrait donc de cette chitine.

### X.3.5. Calcul de l'index chimique

Le tableau 16 suivant reprend les données aboutissant au calcul de l'index chimique des sept échantillons étudiés.

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des index chimiques calculés pour tous les échantillons.

Acides-Aminés essentiels		Référence de la FAO (mg/g de protéines)	Akalabe (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)	Sarohy (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)	Bokana (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)
Thr - Thréonine	34	36.75	108.09	43.8	128.82	45.25	133.09	
Val - Valine	35	48	137.14	51.15	146.14	54.25	155.00	
Met + Cys-Cys (Méthionine + Cyst(é)ine)	25	42.1	168.40	46.65	186.60	45.95	183.80	
Ile - Isoleucine	28	37.70	134.64	39.65	141.61	40.4	144.29	
Leu - Leucine	66	63.90	96.82	54.35	82.35	55.35	83.86	
Tyr + Phe (Tyrosine - Phénylalanine)	63	70.4	111.75	70.4	111.75	71.8	113.97	
His - Histidine	19	23.85	125.53	32.3	170.00	33.5	176.32	
Lys - Lysine	58	57.7	99.48	69.65	120.09	72.15	124.40	
Trp - Tryptophane	11	6.96	63.27	13.325	121.14	12.405	112.77	
% Protéine (MF)			77.94		73.13		67.94	
<b>Index chimique</b>			<b>63.27</b>		<b>82.35</b>		<b>83.86</b>	
AA	Ola-dronono (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)	Ola-katikena (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)	Ola-karavola (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)	Ola-tapia (mg/g)	Calcul de l'index (=100*Ech./FAO) (%)
Thr	43.6	128.24	39.4	115.88	41.95	123.38	44.15	129.85
Val	57.5	164.29	43.4	124.00	55.1	157.43	50.45	144.14
Met + Cys-Cys	48.4	193.60	33.55	134.20	43.75	175.00	37.5	150.00
Ile	39.1	139.64	29.4	105.00	32.5	116.07	35.75	127.68
Leu	57.5	87.12	52.55	79.62	55.95	84.77	59.05	89.47
Tyr + Phe	45.9	72.86	46.25	73.41	46.6	73.97	52.75	83.73
His	28.85	151.84	22.6	118.95	21.45	112.89	25.15	132.37
Lys	40.35	69.57	39.3	67.76	40.7	70.17	43.25	74.57
Trp	12.93	117.55	12.41	112.82	20.71	188.27	10.06	91.45
% Protéines (MF)	27.44			30.00		25.38		28.25
<b>Index chimique</b>	<b>69.57</b>			<b>67.76</b>		<b>70.17</b>		<b>74.57</b>

Le code couleur choisi dans le tableau 16 met en évidence trois types d'informations. Le bleu foncé indique l'AA essentiel limitant, soit celui qui détermine l'index chimique. Le violet souligne les ratios particulièrement importants et donc intéressants. L'orange souligne les AA dont le ratio n'est pas suffisant.

Notre premier commentaire sur ces résultats est qu'aucun des index calculés ne dépasse 100. Cela signifie que toutes les ressources étudiées manquent au moins d'un AA essentiel, si l'on se fie aux recommandations promulguées par la FAO/OMS (1990).

L'index chimique de l'*akalabe*, l'araignée, est de 63.27. C'est l'index le plus faible de notre série de données. C'est le tryptophane qui est limitant dans ce cas. Notons qu'elle manque également de leucine et de lysine, même si leurs ratios respectifs sont proches de cent, et donc de la proportion recommandée. Les deux chenilles quant à elles, le *sarohy* et le *bokana* ont les index chimiques les plus grands de tous les échantillons étudiés, avec des ratios en leucine respectivement de 82.35% et 83.86%. Il s'agit des deux seuls ratios déficitaires pour ces deux espèces. Les trois Arthropodes étudiés présentent un excellent ratio en méthionine + cyst(é)ine. La même remarque peut être formulée pour les deux chenilles à l'égard de l'histidine, et enfin, le *bokana* montre également un très bon taux de valine.

En revanche, les observations sont drastiquement différentes en ce qui concerne les champignons. Dans tous les cas, c'est la lysine qui représente les déficits les plus importants. Les index chimiques s'échelonnent entre 67.76 et 74.57 pour ces quatre denrées. Mais ce n'est pas le seul AA dont ils manquent : chacun d'eux montre un taux trop faible en leucine et en l'ensemble tyrosine et phénylalanine. L'*ola-tapia* montre aussi un déficit, quoique faible, en tryptophane. Tous les champignons montrent des taux tout à fait remarquables en méthionine et cyst(é)ine (jusqu'à 193.60% pour l'*ola-dronono*), même si le ratio obtenu dans le cas de l'*ola-katikena* est moins impressionnant que pour ses voisins. L'*ola-dronono* et l'*ola-karavola* montrent aussi de très bons ratios pour la valine, avec respectivement 164.29% et 157.43%. Enfin, ce dernier champignon est d'une richesse en tryptophane que l'on peut qualifier de rare, avec un ratio de 188.27%.

## XI. CONCLUSIONS

### XI.1. CONCLUSIONS PORTANT SUR LES RÉSULTATS DES INVENTAIRES NOCTURNES

Il n'a pas été possible de caractériser l'impact de la gestion des VOI des sites d'étude vis-à-vis du *landibe* sur leur territoire et ce pour plusieurs raisons, que nous allons développer ci-après.

D'abord, les trois hypothèses à tester pour les inclure dans la réflexion sur les données de comptage n'ont pas pu être vérifiées. Cela est dû au fait que les actions qui devaient être menées dans ce cadre n'ont pas pu l'être avant la réorientation de ce travail. Nous n'avons pas pu enquêter auprès des deux populations villageoises concernées et ne connaissons donc pas leurs attitudes concernant les règles édictées par leur VOI.

Ensuite, nous n'avons pas pu évaluer le niveau des populations des oiseaux prédateurs du *landibe*. Puisque nous n'avons pas réalisé d'enquêtes, nous ne pouvons conclure quant aux hypothèses I et II. La troisième hypothèse non testée concerne la description des milieux d'étude. Nous ne pouvons donc tirer de conclusions sur l'état de richesse et d'abondance des communautés végétales des sites étudiés.

De plus, nous n'avons pas eu l'occasion d'observer le *landibe* lors de nos nuits d'inventaire. Il peut y avoir à cela deux raisons. Premièrement, la période d'émergence de ces papillons n'avait peut-être pas encore vraiment commencé. Deuxièmement, il se pourrait que les populations de *landibe* soient à un niveau critique, et ce dans un site comme dans l'autre. Nous ne pouvons nous orienter vers une préférence entre ces deux nouvelles hypothèses parce que les hypothèses I, II et III n'ont pas pu être vérifiées. L'hypothèse IV ne peut donc être inférée.

Enfin, il n'y a que l'hypothèse V qui a pu être vérifiée. Nous considérons effectivement que les espèces *Cleora legrasi* (Geometridae), *Europtera punctillata* (Lasiocampidae), *Nephele densoi* (Sphingidae), *Nephele* sp. (Sphingidae) ainsi qu'une

dernière espèce de sphinx baptisée *Zebra* sp. devraient faire l'objet d'études approfondies. En effet, elles ont été observées en grand nombre durant nos inventaires. Aussi, en ce qui concerne les espèces que nous avons observées pour la première fois dans le cadre de ce projet, leur identification ultérieure est assurée par nos partenaires du projet à Madagascar.

## **XI.2. CONCLUSIONS PORTANTS SUR LES RÉSULTATS DES ENQUÊTES**

Les forêts de tapia abritent des ressources consommées régulièrement par les villageois des populations vivant de la soie. La variété de ces produits ainsi que la fréquence à laquelle ils ont été mentionnés, nous permettent d'accepter l'hypothèse VII de ce mémoire. Les forêts de tapia sont bel et bien le refuge de ressources estimables pour les habitants des Hautes-Terres.

La majorité des ressources mentionnées par les villageois, dont le *landibe*, semblent s'affaiblir. Si nous n'avons pas pu objectiver l'impact de l'homme sur les populations de ce dernier, nous pouvons néanmoins l'envisager pour l'ensemble des ressources étudiées. Le martin triste est parfois évoqué pour expliquer le déclin des campéoressources et de l'*akalabe*, comme il l'est pour le *landibe*. Cependant, l'homme consomme également ces ressources. Il fait dès lors partie des facteurs responsables de ces diminutions, et ce même si nous ne pouvons tant qu'à présent quantifier cet impact. En outre, malgré le constat de ces diminutions des populations, les villageois continuent de consommer le *landibe*, ainsi que les autres chenilles et chrysalides. Bien sûr, certains préfèrent l'une ou l'autre espèce, mais globalement, la consommation est probablement justifiée par une nécessité plutôt que par un choix.

Nos travaux permettent de constater que de nombreux insectes connus pour être consommés sur le territoire malgache le sont effectivement dans notre région d'étude. A cette liste d'espèces présentée par De Foliart [2002], nous pouvons ajouter l'espèce *Bunaea aslauga* Kirby, dont la chenille, le *sarohy*, est mangée.

Le nom *soherina* de *bokana* est probablement utilisé par association d'idée avec le *bokana* lui-même. Nous n'avons cependant pas la certitude qu'il s'agisse effectivement des chrysalides exclusives de cette larve car nous connaissons la grande variété des espèces de Lépidoptères présentes dans les forêts de tapia.

En ce qui concerne les Limacodidae, nous ne connaissons pas l'espèce qui se cache derrière les différents noms vernaculaires utilisés dans la région d'étude. Nous pensons d'ailleurs qu'il y en a probablement plusieurs au vu de la variété de tailles et de formes de cocons que nous avons observés (figure 11). De plus, au cours des inventaires nocturnes, nous avons pu compter plusieurs espèces de Limacodidae.

Le tableau 17 regroupe les principales ressources évoquées. Par « principales », nous entendons celles qui ont été les plus couramment évoquées, et celles qui font ou ont fait l'objet d'un commerce. Il montre également les espèces qui permettent aux habitants de subvenir à leurs besoins pendant la période de soudure (de septembre à mars, plus ou moins longue selon les années).

Tableau 17 : Synthèse des ressources les plus fréquemment mentionnées et les plus vendues.

Ressources		Fréquence de citation	Saisons de récolte certaine	Saison de récolte plus rare	Prix de vente maximal évoqué
Lépidoptères	Le bokana	28/31	V-VI-VII	IX-X	500 MGA /kapaoka
	La soherina de landibe	28/31	V-VI et I-II	IX-X-XI	700-800 MGA /kapaoka
	Le sarohy	19/31	V-VI-VII et XII-I-II	-	300 MGA /kapaoka
	La soherina de bokana	12/31	VI-VII-VIII	XI	-
	Les Limacodidae	15/31	VII-VIII et X-XI-XII	toute l'année	200 MGA /kapaoka
Araignée	L'akalabe	23/31	toute l'année		-
Champignons (tous)	Les olatra	31/31	XII-I-II, saison des pluies	XI, fortes pluies occasionnelles	10000-13000 MGA /journée de vente
Fruits	Le voa-tapia	26/31	X-XI-XII	-	3000 MGA /sobika (20l)
	La goavy	22/31	IV-V-V	-	3000 MGA /sobika (20l)
	Le rotra	16/31	I-II-III	-	-

Les périodes surlignées en vert montrent les ressources disponibles pendant la période de soudure. Ces ressources permettent donc aux villageois de subvenir à leurs besoins pendant ces mois difficiles, bien qu'ils n'aient jamais mentionné cela comme étant la cause de la consommation. Cependant, les données concernant la fréquence de consommation et les quantités consommées nous semblent trop approximatives que pour les extrapoler à l'abondance réelle des ressources dans la forêt. Notre seul indice à ce niveau est la fréquence de citation, bien qu'il ne soit pas nécessairement représentatif comme nous l'avons déjà précisé. Pour établir cette abondance, il faudrait se trouver sur le terrain aux périodes correspondantes, et inventorier les espèces concernées. Cette donnée nous semble plus intéressante que le degré de consommation réel des villageois, car elle détermine le potentiel de la ressource, son état.

Nous voyons également que les revenus obtenus par le commerce dont elles font l'objet rendent ces ressources intéressantes, et même indispensables à la vie des villageois. Nous n'avons malheureusement pas pu constater nous-mêmes les échanges commerciaux. L'augmentation de l'abondance de ces ressources ne peut être que bénéfique, autant du point de vue alimentaire que du point de vue commercial.

Enfin, rien ne semble lier la cueillette des cocons pour leur soie à la collecte des chrysalides, du moins lorsqu'on pose des questions strictement orientées sur leur consommation. Cela peut signifier que les personnes interrogées n'aiment pas approfondir les questions posées, même si elles sont ouvertes. Cela peut aussi signifier que ce ne sont plus les chrysalides qui sont les sous-produits lors de la récolte de cocons, mais bien l'inverse.

### XI.3. CONCLUSIONS PORTANT SUR LES ANALYSES DE LA COMPOSITION ALIMENTAIRE

En guise de conclusions aux résultats des analyses effectuées, nous présentons la synthèse de ces résultats avec les informations les plus importantes dans le tableau 18. Les abréviations utilisées (AGS, AGMI et AGPI), sont relatives aux trois grandes familles d'acides gras : les saturés, mono-insaturés et poly-insaturés.

**Tableau 18 : Récapitulatif des analyses chimiques pour tous les échantillons étudiés.**

Echantillon	% de protéines dans la MS1 (après lyophilisation)	% de MG dans la MS1 (après lyophilisation)	Index chimique (AA limitant)	AA insuffisants	AA en quantités exceptionnelles	Rapport $\omega$ -6 / $\omega$ -3	AGS - AGMI - AGPI (%)
Akalabe (araignée)	77.94	5.84	63.27 (Trp)	Trp, Lys, Leu	Met + Cys-Cys	2.77	26.80-33.49-37.32
Bokana (chenille)	67.94	0.44	83.86 (Leu)	Leu	Met + Cys-Cys, Val	0.27	32.82-7.89-58.48
Sarohy (chenille)	73.13	15.74	82.35 (Leu)	Leu	Met + Cys-Cys	0.2	33.68-9.99-55.52
Ola-dronono (champignon)	27.44	5.39	69.57 (Lys)	Lys, Tyr+Phe, Leu	Val, Met + Cys-Cys	2.2	12.19-21.56-49.46
Ola-tapia (champignon)	30	2.18	74.57 (Lys)	Lys, Tyr+Phe, Leu, Trp	Met + Cys-Cys	25.47	35.17-41.87-21.37
Ola-katikena (champignon)	25.38	6.37	67.76 (Lys)	Lys, Tyr+Phe, Leu	-	117.43	32.28-37.07-28.84
Ola-karavola (champignon)	28.25	5.44	70.17 (Lys)	Lys, Tyr+Phe, Leu	Val, Met + Cys-Cys, Trp	163.93	30.26-34.02-35.21

D'après leur carence en lysine, et leur rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 si élevé, les champignons sont probablement les ressources les moins bonnes au niveau de la qualité alimentaire. Soulignons tout de même l'exception de l'*ola-dronono* qui montre un rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 de 2.2. Lorsqu'ils sont préparés, les champignons sont souvent accompagnés d'huile. Nous postulons que cet assaisonnement permet de diminuer le rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 dans la globalité du repas. Par contre, ils sont consommés avec du riz. Le riz est lui aussi carencé en lysine. Cet acide aminé doit donc être obtenu au moyen d'une autre ressource, ou à l'aide d'une plus grande quantité de ces denrées qui en manquent.

Toutes les ressources représentent des apports de qualité en méthionine et en cyst(é)ine, quelquefois en valine et en tryptophane (*ola-karavola*).

Ce sont les Arthropodes qui sont les plus riches en protéines et en matières grasses. Ils montrent également les meilleurs rapports  $\omega$ -6/ $\omega$ -3. De plus, c'est pour les deux chenilles que l'index chimique est le plus élevé (alors qu'il est le plus faible dans le cas de l'araignée). En accompagnant le riz, ces ressources fournissent un repas plus équilibré en acides aminés essentiels. Mais les *akalabe* sont rarement mangées aux repas. Pour les enfants qui les grignotent, elles constituent un complément alimentaire riche en tryptophane, mais n'oublions pas que ce sont elles qui présentent la plus grande proportion de protéines dans la matière sèche après lyophilisation (77.94%).

Enfin, en ce qui concerne les proportions des trois grandes familles d'acides gras, ce sont les champignons qui montrent les proportions les plus équilibrées, à l'exception de l'*ola-dronono*, pour lequel il manque plus de 15% de détermination du profil en acides gras.

Nous pouvons qualifier l'apport global de ces ressources dans l'alimentation comme étant moyen. En effet, si certaines sont particulièrement intéressantes, ce ne sont pas nécessairement les plus consommées. Pour mieux déterminer le rôle de ces denrées dans l'alimentation, il serait utile de définir plus précisément les autres ressources impliquées dans le régime alimentaire : celles issues de l'élevage, et de l'agriculture

## XII. DISCUSSION

En ce qui concerne le protocole d'inventaire, nous considérons qu'il peut être réutilisé ultérieurement, notamment dans le cadre du projet Gevabo. A tout le moins, les variables impliquées et les contraintes logistiques mentionnées peuvent faire l'objet de considérations pour son réajustement éventuel. La technique originale de comptage que nous avons élaborée semble prometteuse, et surtout peu invasive, même si elle a forcément un impact sur le comportement des papillons capturés. Nous insistons également sur la précision délivrée par le matériel de mesure : un thermo-hygromètre qui ne peut fournir des valeurs d'humidité relative au-delà de 80% n'est pas adapté à notre étude.

Les enquêtes ont été réalisées auprès de 31 villageois venant principalement de la même région. Il en résulte que nous avons pu comparer les réponses fournies dans un périmètre et des conditions similaires, renforçant la validité interne de nos investigations. Même si nous avons pu interroger quelques personnes vivant loin d'Amby et d'Ankalalahana, il aurait été intéressant de compléter cet échantillon en interrogeant davantage de personnes. En considérant le temps imparti pour effectuer nos entretiens, nous considérons notre choix comme judicieux. Rester dans une seule région d'étude nous a permis d'établir des contacts sereins avec les villageois locaux. Si nous avions visité des régions plus variées, nous aurions pu rencontrer plus de diversité dans les réponses obtenues mais aussi plus de méfiance à notre égard et moins de coopération. Notre travail a permis de mettre en évidence un nombre non négligeable de ressources sauvages comestibles, ainsi que leurs caractéristiques. Bien que notre méthodologie soit perfectible, nos résultats s'avèrent ainsi satisfaisants.

Des analyses chimiques ont été effectuées sur sept ressources, à raison d'un seul échantillon par ressource. Les valeurs obtenues sont indicatives, mais ne doivent pas être considérées comme fixes. En effet, une seule mesure ne permet pas d'identifier les facteurs influençant les résultats. Nous avons eu la chance de pouvoir récolter des chenilles consommées, mais nous ne savons pas à quelle étape de leur stade pré-nymphal elles se situaient. De plus, elles ont été récoltées sur le même tapia. Des répétitions des analyses, effectuées sur d'autres échantillons récoltés en des lieux et à des dates différentes sont souhaitables pour préciser les mesures.

Les champignons analysés ont été conservés séchés pendant près de quatre mois. Des analyses complémentaires sur du matériel frais semblent tout indiquées. Ces analyses concernent les produits bruts, n'ayant pas fait l'objet de leur préparation usuelle. Par ailleurs, nous ne tenons pas compte de leur digestibilité, donnée qu'il conviendrait également d'évaluer.

Les analyses lipidiques montrent un bon nombre d'indéterminations. Celles-ci peuvent être levées à l'aide d'analyses supplémentaires plus précises. La GCMS (Gaz Chromatography-Mass Spectrometry) peut être utilisée à cette fin, sur des solutions plus concentrées en acides gras. Il s'agirait aussi de vérifier l'isométrie des acides gras insaturés obtenus à l'aide de la GC (chromatographie en phase gazeuse) couplée à un détecteur FTIR (Fourier Transformed InfraRed Spectroscopy). Ces méthodes auraient permis de meilleurs résultats.

Enfin, nous n'avons établi que les profils en acides gras et en acides aminés. D'autres analyses existent pour déterminer la teneur énergétique, le profil en hydrates de carbone, le taux de cendres, les différents oligo-éléments présents.

### XIII. PERSPECTIVES

Le protocole de piégeage nocturne peut être réutilisé dans le cadre du projet. Les sites choisis à l'origine pour l'étude conviennent parfaitement à la reprise de l'expérience. De plus, les villageois ont déjà observé ce genre d'activité lors de notre présence et connaissent déjà notre étude. D'autres sites plus accessibles peuvent eux aussi être investis. Il serait même idéal d'étudier plusieurs sites à modes de gestion similaires en ce qui concerne le *landibe*, pour avoir une répétition du facteur gestion. Du point de vue statistique, les tests effectués sur de telles données seraient plus puissants que ceux que nous aurions effectués en étudiant seulement deux sites. Dans tous les cas, nous avons identifié des espèces de Lépidoptères qui devraient être particulièrement surveillées en plus du *landibe* : *Bunaea aslauga* Kirby, *Maltagora fusicolor* Mabille, les deux Saturniidae dont les larves sont consommées par les villageois, ainsi que les Limacodidae. En effet, le comptage des adultes de ces espèces constituerait une forme d'inventaire permettant d'établir l'état de leurs populations entre différents sites où l'on retrouve les larves. Dans le but d'évaluer leur population, on pourrait également utiliser une technique de capture-marquage-recapture.

En ce qui concerne les produits sauvages comestibles les plus fréquemment cités par les villageois (tableau 17), il serait utile d'orienter les recherches vers l'approfondissement des connaissances biologiques et écologiques les concernant. Ce mémoire consistait avant tout à répertorier ces produits, et à fournir un maximum de caractéristiques vis-à-vis de l'utilisation que l'autochtone en fait. Mais nous pensons qu'il manque encore beaucoup d'informations à leur sujet, notamment en ce qui concerne les plantes hôtes. Pour cela, il s'agirait de retourner sur le terrain afin d'observer ces denrées à la période idéale de leur apparition dans le milieu. Dans cette perspective, les prochaines études les concernant doivent être ciblées et non plus globales comme la nôtre.

Les Limacodidae devraient être étudiés pour identifier les espèces dont les chrysalides sont consommées, et les chrysalides appelées *soherina* de *bokana* devraient faire l'objet de vérifications quant à leur appartenance effective à l'espèce *Maltagorea fusicolor* Mabille. La différence entre les araignées *akalabe* et *akalamita* mérite elle aussi un approfondissement.

La plus grande indétermination de notre recherche réside dans l'identification des champignons, qui pourrait être avantageusement envisagée.

En ce qui concerne la caractérisation alimentaire des ressources étudiées, il conviendrait de répéter les analyses sur plusieurs échantillons des mêmes espèces. Les conditions environnementales, ainsi que les périodes où les échantillons sont collectés jouent certainement un rôle déterminant sur le contenu alimentaire. On pourrait imaginer que selon la plante hôte, le contenu soit différent, voire par exemple plus avantageux pour des Chenilles qui auraient été récoltées sur d'autres plantes que le tapia. Des données complémentaires concernant la digestibilité de ces denrées pourraient compléter nos analyses.

Beaucoup de ressources, dont le *landibe* et les fruits, n'ont pu être analysées. Il semble évident que ces analyses devraient être entreprises afin de mener à bien la poursuite des recherches.

Au sujet des indéterminations observées dans les profils en acides gras, celles-ci pourraient être levées en procédant aux analyses nécessaires. Comme nous l'avons précisé, il

s'agit d'utiliser la GCMS (Gaz Chromatography-Mass Spectrometry) sur des solutions plus concentrées en acides gras. La GC (Gaz Chromatography) couplée à un détecteur FTIR (Fourier Transformed InfraRed Spectroscopy), peut également être réalisée afin de confirmer les isomères cis-trans des acides gras insaturés identifiés. Les analyses des ressources encore non étudiées de ce point de vue gagneraient à être effectuées au moyen de ces dernières méthodes.

Enfin, nous n'avons procédé qu'à l'analyse des profils en acides gras et en acides aminés. Il serait intéressant de compléter ces observations par des analyses supplémentaires, mettant ainsi en évidence la composition alimentaire globale d'une denrée.

Pour terminer, nous allons présenter ci-après les perspectives qui devraient, à nos yeux, constituer la pierre angulaire de la poursuite de ce projet. Après avoir effectué les recherches nécessaires sur l'écologie des espèces consommées, et après que toutes les perspectives mentionnées ci-dessus aient été étudiées, il s'avèrera nécessaire d'envisager leur exploitation. En effet, les populations villageoises ne cesseront pas d'avoir besoin des produits sauvages comestibles. Afin de redynamiser la production de la soie, de fournir de la nourriture et de procurer une source de revenus aux habitants de la région, nous émettons plus particulièrement les propositions suivantes :

- Les possibilités de culture de champignons devraient être étudiées. En effet, au vu du nombre d'espèces existantes, des perspectives de développement mettant en jeu cette ressource sont envisageables.
- Nous avons également mentionné l'existence du commerce de plantes médicinales provenant de la forêt de tapia. Ces plantes devraient faire l'objet d'une étude détaillée, car elles ont le potentiel de fournir des revenus d'un bon niveau.
- Des élevages de Lépidoptères pourraient être entrepris, et différents dispositifs pourraient être testés dans un futur proche. Des essais pourraient être conduits dans le *fokontany* d'Amby, étant donné que les villageois connaissent le projet et en attendent les retombées.

Dans cette dernière perspective, l'utilisation de filets similaires à ceux ayant été précédemment utilisés pour les élevages en extérieur du *landibe*, pourraient être renouvelés afin de protéger les zones d'élevage des prédateurs. Si les filets utilisés jadis n'ont pas montré une grande efficacité, il faut trouver de nouveaux systèmes plus solides qui peuvent résister aux bourrasques de vent. Les chenilles de *sarohy* et les *fangasika* (chenilles des Limacodidae consommés) présentent un avantage notable par rapport aux autres : elles ont un comportement grégaire qui les rend faciles à collecter. En prélevant ces groupes de chenilles et en les réunissant sur quelques pieds de tapia, il devrait être possible de contrôler leur élevage. Si les études biologiques le permettent, il serait même idéal de pouvoir sélectionner les chenilles de sexe masculin, et de laisser les femelles dans la nature, car celles-ci peuvent être fécondées par plusieurs mâles, et ont un rôle plus important dans la reproduction de l'espèce. Enfin, ces élevages auraient le rôle principal de fournir de la nourriture, des revenus et de la soie, mais il serait également possible de les utiliser afin de repeupler les forêts de tapia des espèces aujourd'hui peu abondantes.

Nous avons également mentionné l'existence du commerce de plantes médicinales provenant de la forêt de tapia. Celles-ci devraient être étudiées en détail, car elles ont le potentiel de fournir de bons revenus.

Nous pensons que des élevages de Lépidoptères doivent être menés, testés dans un futur proche. Des essais pourraient être conduits dans le *fokontany* d'Amby, puisque les villageois connaissent le projet et en attendent les retombées.

L'utilisation de filets similaires à ceux qui ont déjà été utilisés pour les élevages en extérieur du *landibe*, pourraient être utilisés dans le but de protéger les zones d'élevage des prédateurs. Si les filets utilisés jadis n'ont pas montré une grande efficacité, il faut trouver de nouveaux systèmes plus solides qui peuvent résister aux bourrasques de vent. Les chenilles de *sarohy* et les *fangasika* (chenilles des Limacodidae consommés) présentent un avantage par rapport aux autres. Elles ont un comportement gréginaire qui les rend faciles à collecter. En prélevant ces groupes de chenilles et en les réunissant sur quelques pieds de tapia, il devrait être possible de contrôler leur élevage. Si les études biologiques le permettent, il serait même idéal de pouvoir sélectionner les chenilles de sexe masculin, et de laisser les femelles dans la nature, car celles-ci peuvent être fécondées par plusieurs mâles, et ont un rôle plus important dans la reproduction de l'espèce. Enfin, si ces élevages auraient le rôle principal de fournir de la nourriture et de la soie, il serait également possible de les utiliser afin de repeupler les forêts de tapia des espèces aujourd'hui peu abondantes.

## XIV. ANNEXES

### ANNEXE 1

Liste des Hétérocères inventoriés sur les deux sites.		
<b>Arctiidae</b>	Sp 2 "verdi" (4.3)	Trichoplusia ignescens
Amerila madagascarensis	Stenaroa minuata, F	Trichoplusia indicator
Argina amanda	Stenaroa minuata, M	Trichoplusia orichalcea
Creatonotus punctivita	<b>Noctuidae</b>	Trichoplusia sogai
Sp 1 "dalmatien" (22.2)	Achaea ebenaui	Trichoplusia sp 1 (23.2)
Sp 2 "blanc moucheté" (8.3)	Agrotis epsilon	Trichoplusia transfixa
Sp 3 "suède"	Agrotis logidentifera M	Trigonades hyppasia
Spilosoma milloti	Agrotis logidentifera F	<b>Notodontidae</b>
<b>Geometridae</b>	Agrotis sp 1 (23.2)	Hypsoides sp1 "fumure" (9.3)
Anomis madida	Apena malagassa	<b>Psychidae</b>
Cleora Legrasi	Athetis sp.	Deborrea sp
Epigynopterix aurientiaca	Bizone amatura	<b>Pyralidae</b>
Mimoclystia thorenaria	Callicereon heterochroa	Lamoria clathrella
Pingasa rhadamaria	Callopistria latrillei	Orphnophanes albipunctalis
Semiosita sp.	Chrysodeixis chalcites	Phyticinae
Semiotisa orthostates	Condica sp	Sindris sganzini
<b>Lasiocampidae</b>	Ctenoplusia limbirena	Stemorrhages sericea
Anchririthra insignis insignis, M	Earias sp	<b>Sphingidae</b>
Borocera cajani, F	Entomogramma syngammata	Agrius convolvuli
Borocera cajani, M	Ericeia albangula F	Coelonia mauritii
Borocera marginepuncta, F	Ericeia albangula M	Hippotion celorio
Borocera marginepuncta, M	Helicoverpa armigera	Hippotion osiris
Europtera punctillata, F	Leucania sp 1	Hippotion sp 1 (22.2)
Europtera punctillata, M	Leucania sp 2	Hyles biguttata
Napta serratilinae, F	Mocis mayeri	Nephele densoi
Napta serratilinae, M	Mocis nigrimacula	Nephele "fake densoi" (22.2)
Sp1 "double rayure beige" (4.3)	Mythimna sp 1	Nephele oenopion
Sp2 "doré rayure brune" (8.3)	Mythimna sp 2	Panogena jasmini
<b>Limacodidae</b>	Mythimna sp 3	Sphingonoeiopis obscurus
Latoia albifrons, F	Nagia promota	Sp 1 "zèbre vert et jaune" (22.2)
Latoia albifrons, M	Nodaria cornalicia	Temnora fumosa peckoveri
Parasa variabilis	Ochropleura leucogaster	Temnora sp 1 "biguttata" (22.2)
Parasa "mauve orange" (22.2)	Ophiusa legendrei	<b>Saturnidae</b>
Parasa "libellule" (23.2)	Remigia conveniens	Antherina suraka M
<b>Lymantridae</b>	Sp 1 "Thales" (23.2)	Antherina suraka F
Euproctis sp.	Sp 2 "Papyrus" (23.2)	Gynderyse maender (22.2)
Mpanjaka "aureus" (3.3)	Sp3 "Lychen" (8.3)	Maltagorea fusicolor F (22.2)
Mpanjaka gentillis, F	Spodoptera littoralis	Maltagorea fusicolor M (22.2)
Mpanjaka gentillis, M	Spodoptera mauritia	Bunea asloga M
Mpanjaka maculata	Tolna complicata	Bunea asloga F
Masoandro itremo	Trichanua anomala	Sp 1 "aeroporti" (22.2)
Sp 1 "checkmate (23.2)	Trichoplusia florina	Sp 2 "aeroporti bis œil" (9.3)

Personnes interrogées	Sexe	Age	Résidence	Enfants	F/S	Profession	Date	Lieu	Fokontany	VOI
Mili	F	39	Tsaramasoandro, depuis 24 ans	2F4G	U	Cultivatrice et tisseuse	29-avr	Ankalalahana	Amby	Antsapanimahazo, Meva
Thomas	M	48	Ankalalahana, depuis toujours	3F4G	1F6S	Cultivateur	7-mai	Ankalalahana	Ak	évite la question
Marie	F	56	Ankalalahana depuis 39 ans	3F4G	4S	Cultivatrice	7-mai	Ankalalahana	Ak	oublié le nom, dit que transféré à Amby
PDT amby	M	61	Antsapanimahazo, depuis toujours	0	3F2S	Cultivateur et Président du fokontany	7-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo, (Meva)
Nasolo	F	18	Antsapanimahazo, depuis toujours	0	2F1S	Musicienne, lectrice	8-mai	Antsapanimahazo	Amby	connaît pas le nom
Vohary	F	16	Antsapanimahazo, depuis toujours	0	2F0S	Etudiante	8-mai	Antsapanimahazo	Amby	connaît pas le nom
Juliette	F	47	Tsaramasoandro, depuis 29 ans	5F3G	4F3S	Cultivatrice et tisseuse	12-mai	Tsaramasoandro	Amby	Antsapanimahazo, Meva
Madeleine	F	40	Antsapanimahazo, depuis 20 ans	1F3G	5F4S	Tisseuse	13-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo
Lucie	F	61	Antsapanimahazo, tjs vécu là / 1999=>2006	3F3G	1FetS	Sage-femme traditionnelle	13-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo
Totorayelli	F	59	Antsapanimahazo, depuis toujours	0	2F3S	Cultivatrice et tisseuse (cours)	13-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo, Meva
David	M	43	Antsapanimahazo, depuis toujours	1F4G	3F3S	Cultivateur	14-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo
Phil	M	43	Tsaramasoandro	2F4G	2S2F	Agriculteur et menuisier	14-mai	Tsaramasoandro	Amby	Antsapanimahazo
Richard	M	43	Antsapanimahazo, depuis toujours	1F3G	3F3S	Cultivateur et bricoleur, cordonniers	14-mai	Antsapanimahazo	Amby	Antsapanimahazo
Justine	F	35	Antsiriry, depuis 14 ans	2F2G	3S3F	Cultivatrice et tisseuse	16-mai	Antsiriry	Amby	Antsapanimahazo
Nantenaina	F	23	Antsiriry, depuis 5 ans	1F	4F4S	Cultivatrice et tisseuse	16-mai	Antsiriry	Amby	Antsapanimahazo
Tahina	F	20	Tsaramasoandro, depuis 5 ans	1G	3F5S	Cultivatrice	17-mai	Tsaramasoandro	Amby	connaît pas le nom
Farah	F	32	Tsaramasoandro, depuis 10 ans	3G	5F4S	Tisseuse et cultivatrice	17-mai	Tsaramasoandro	Amby	Antsapanimahazo, Meva
Lolona	F	44	Ankasina, depuis 20 ans	2F4G	6F4S	Cultivatrice	17-mai	Ankasina	Amby	Antsapanimahazo
Martine	F	38	Fandalova, depuis toujours	2G	3F3S	Agricultrice et tisseuse	18-mai	Fandalova	Amby	Antsapanimahazo
François	M	50	Fandalova, depuis toujours	5G	3S5F	Cultivateur, Trésorier VOI	18-mai	Fandalova	Amby	Antsapanimahazo
Justine	F	50	Tsaramasoandro, depuis 33 ans	4G3F	2S3F	Tisseuse et cultivatrice	18-mai	Tsaramasoandro	Amby	Antsapanimahazo
Josthène	M	59	Tsaramasoandro, depuis toujours	6G5F	3F3S	Cultivateur	18-mai	Tsaramasoandro	Amby	Antsapanimahazo
Lucile	F	65	Ankalalahana	0	2F6S	Cultivatrice	19-mai	Ankalalahana	Ak	Dis qu'il n'y en a pas
Nirina	F	24	Ankalalahana jusqu'il y a 4 ans	1F1G	3S4F	Cultivatrice	20-mai	Ankalalahana	Ak	connaît pas
Ester	F	55	Ankalalahana, depuis 21 ans	3F2G	2S	Tisseuse de nattes	20-mai	Ankalalahana	Ak	Ankalalahana
Joseph	M	40	Vatolaivy, depuis toujours	0	NM	Cultivateur et PDT VOI 01-04, 07, depuis 2010-2013	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	Faniry Vatolaivy
Emilien	M	45	Vatolaivy, depuis toujours	3E	NM	Cultivateur	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	Faniry Vatolaivy
Jeanot Fidèle	M	23	Vatolaivy, depuis toujours	1E	NM	Chauffeur de taxi-brousse	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	NM
VP VOI Vat	M	33	Kianjamarina, depuis toujours	0	NM	VP VOI et cultivateur	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	Analamaintso Kianjamarina
Enseignante	F	28	Vatolaivy, depuis 1 an	1E	NM	ancienne tisseuse, enseignante	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	N'en fait pas partie
Marie-Madeleine	F	78	Vatolaivy, depuis toujours	6E	NM	Cultivatrice et tresseuse de paniers	27-mai	Vatolaivy	Vatolaivy	Faniry Vatolaivy

ANNEXE 3 : Classement des champignons par fréquence de citation des noms vernaculaires évoqués.

Nom vernaculaire	Cote attribuée - préférence	ola-kaferokena	3
		ola-dronono	2.5
ola-jakai ola-mavokely ola-menakely ( <i>Russula</i> sp.)	58	ola-katsikana	2
ola-tapia ( <i>Russula</i> sp.)	39.5	ola-bozaka	1.5
ola-patsa ola-pako ola-dratsana ( <i>Clavaria</i> sp.)	39	olatr'ondry ola-pafenty	1.5
ola-bato ( <i>Russula</i> sp.)	25	ola-kitsikitsika	1
ola-katikena	19	ola-daboka	0.5
ola-karavola	15	ola-mena	0.5
ola-manga	14.5	ola-torondro	0.5
ola-janakomby	7	ola-mangidivoa	0.5
ola-kibobo	4	ola-bomanga	0.5

## XV. BIBLIOGRAPHIE

AFSSA : Association française pour la sécurité sanitaire des aliments. Sous la présidence de Mr. C-L Léger, 2005. « *Risques et bénéfices, pour la santé, des acides gras trans apportés par les aliments. Recommandations* » 221p.

AHA, American Heart Association 1992. « *Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care* », JAMA Vol. 268:2171-302, 1992

AMBÉ G-A., LOGNAY G., WATHELET B., et MALAISSE F., 2001. « Ethnobotanical and chemical survey of an edible wild legume : Uraria picta (JACQ.) DC. » Dans *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 40(5), pp : 545-656.

ANDRIAMAHEFAZAFY F., 2005. « *Place des bailleurs de fonds dans le système de l'aide au développement : le cas du Plan national d'actions environnementales de Madagascar.* » Cahiers du GEMDEV n°30 « Quel développement durable pour les pays en voie de développement ? ». pp : 47-57.

ANDRIAMAMPIANINA N., 1985. « *Les lavaka malgaches : leur dynamique érosive et leur stabilisation.* », dans : Madagascar, revue de géographie, volume 46, janvier-juin 1985 pp : 69 - 85.

BEAUD S., WEBER S., 2010. « *Guide de l'enquête de terrain.* » Ed. La Découverte, Collection Grands Repères, 334p.

BLANC-PAMARD C., CEA/CNRS, 1999. « *Les savoirs du territoire en Imerina, Hautes terres centrales de Madagascar* », dans BONNEMAISON J., CAMBREZY L., et QUINTY-BOURGEOIS L. 1999. « Les territoires de l'identité : le territoire, lien ou frontière ? » Éd. L'Harmattan, Paris, Tome 1 : 57-78.

BLANC-PAMARD C., FAUROUX E., 2004. « *L'illusion participative, exemples ouest-malgaches.* » Dans Autrepart, n°31 : 3-20.

BLANC-PAMARD C., RAKOTO RAMIARANTSOA H., 2003. « *Madagascar : les enjeux environnementaux.* » Texte publié dans « *L'Afrique. Vulnérabilité et défis* », LESOURD M. (coord.) Collection Questions de géographie, Nantes. Editions du Temps, 2003, 447 p., pp. 354-376.

BLANC-PAMARD C., RAKOTO RAMIARANTSOA H., 2007. « *Normes environnementales, transfert de gestion et recompositions territoriales en pays betsileo (Madagascar).* » Dans *Nature Sciences Sociétés*, Vol 15 : 253-268.

BLOCK R.J., MITCHELL H.H., 1947. « *The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value.* » Nutr. Abstr. Revs., 16, 249.

BOITEAU P., 1999 « *Dictionnaire des noms malgaches de végétaux.* » Editions Alzieu : Collection Nature, Flore de Madagascar, 4 tomes 487 à 490p.

BOURGEAT F., AUBERT G., 1972 « *Les sols ferralitiques à Madagascar.* » dans : Revue de Géographie de Madagascar, 1972, (20), pp : 1-23.

BYRNE D., University of Crete, School of Medicine. 2002. « *Nutrition and Diet for Healthy Lifestyles in Europe – Science and policy implications* ». Health and Consumer protection, Europe. 21p.

CAMBOUÉ P., 1886. « *Les sauterelles à Madagascar sur le riz malgache.* » Bulletin mensuel de la société nationale d'acclimatation de France, mars 1886 (5 p.).

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – CIRAD. 2009. « *Madagascar : détection d'espèces forestières potentiellement invasives.* »

CHINERY M. 1988. « *Insectes d'Europe occidentale.* » Editions d'Arthaud, 320p.

CITE, 2004 (Auteur inconnu). Dossier « *La sériciculture, l'élevage des vers à soie – le landibe (Borocera madagascariensis, BOIDS.)* » pp : 172-176. CITE Antananarivo.

CLAUDE A., 2001. « *Sylviculture et papillons.* » Dans Rev. For. Fr. LIII, numéro spécial « Gérer de façon intégrée. » pp : 171-175.

CORNET A. 1974. « *Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar.* » Laboratoire de botanique, ORSTOM, 17p.

DE LAJONCQUIERE Y. 1972. « *Faune de Madagascar, tome XXXIV, Lasiocampidae* », publication de l'ORSTOM Antananarivo et du CNRS Paris, 213p.

DE FOLIART G.R., 2002. « *The Human Use of Insects as a Food Resource : A Bibliographic Account in Progress* », ressource en ligne, <http://www.food-insects.com>.

DECARY R., 1937 « *L'entomophagie chez les indigènes de Madagascar* », Bulletin de la Société entomologique de France, séance du 9 juin 1937, 168-171.

DEGREEF J., MALAISSE F., RAMMELOO J. et BAUDART E. 1997 « *Edible mushrooms of the Zambezian woodland area, a nutritional and ecological approach.* » Dans Biotechnologie, Agronomie Société et Environnement (BASE), 1997 1 (3), 221-231.

DIEZ L. 2008. « *Étude de la filière soie de landibe ou Borocera spp. (Lepidoptera : Lasiocampidae) dans la région Itasy à Madagascar.* » Mémoire. Université de Liège – Gembloux Agro Bio-Tech, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive. 77p.

DIRSH V. M., et DESCAMPS M., 1968. « *Faunes de Madagascar, Orthoptères, Acridoidea, Pyrgomorphidae et Acrididae* », publication de l'Institut Scientifique de Madagascar, 157p.

EGGUM B., 1937. « The nutritional quality of protein in legumes and oil crops and the role of antinutritional factors. » Dans V. Pattakou (Ed.), Protein evaluation in cereals and legumes. A

séminaire in the CEC programme of coordination of agricultural research on plant productivity, Thessaloniki, 23-24/10/1985.

FAO/OMS, 1990. « *Report of the joint expert consultation on protein quality evaluation.* » FAO, Rome, 4-8 december 1989.

FAUROUX E., 2002. « *Comprendre une société rurale, une méthode d'enquête anthropologique appliquée à l'ouest malgache.* » Ed. du Gret, Collection Etudes et travaux, 152p.

FOLCH J., LEES M., et SLOANE STANLEY G.H., 1957. « *A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.* » dans *Journal of Biological Chemistry*, 1957, 226 :497-509.

GAYE J. 2009. « *Analyse de la dégradation des forêts endémiques de Tapia, Uapaca bojeri, dans la région d'Itasy, Madagascar.* » Mémoire. Université Libre de Bruxelles, École Interfacultaire de Bioingénieurs. 88p.

GRANGEON 1910. « *Les bois de tapia.* » Colonie de Madagascar & Dépendances - Bulletin économique semestriel. Pub. par les soins du Gouvernement général (Service de colonisation), 181-185.

Madagascar & Dépendances.

GRIVEAUD P. 1959. « *Faunes de Madagascar, Insectes, Lépidoptères, Sphingidae* », publication de l'Institut Scientifique de Madagascar, 161p.

GRIVEAUD P. 1961. « *Faunes de Madagascar, tome XIV, Insectes, Lépidoptères, Eupterotidae et Attacidae* », publication de l'Institut Scientifique de Madagascar, 64p.

JULIANO BO. 1994. « *Le riz dans la nutrition humaine.* » IRRI : Institut international de recherches sur le riz, Collection FAO, alimentation et nutrition. 188p.

KULL A., RATSIRARSON J., RANDRIAMBOAVONJY G., 2005. « *Les forêts de tapia des Hautes Terres malgaches. Terre malgache-Tany malgasy.* » Université d'Antananarivo de l'école supérieure des sciences agronomiques. p22-54 (CITE Antananarivo)

LE BERRE J. R., « *Les pièges lumineux* », dans LAMOTTE M. et BOURLIERE F. 1969. « *Problèmes d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.* » Éditions Masson et Cie, sous les auspices du « Comité Français du Programme Biologique International », 79-96.

LOGNAY G., HAUBRUGE E., DELCARTE E., WATHELET B., MATHIEU F., MARLIER M. et MALAISSE.F, 2008 « *Ophioglossum polyphyllum A. Braun in Seub. (Ophioglossaceae, Pteridophyta), a rare potherb in south central Tibet (T.A.R, P.R.China).* » Dans *Geo-Eco-Trop* : 32, 9-16.

MALAISSE F. 1997 « *Se nourrir en forêt claire africaine.* », Les presses agronomiques de Gembloux A.S.B.L, et Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), Wageningen, 384p.

MALAISSE F. 2002 « *Campeophagy in Africa : a state of knowledge report.* » Dans Geo-Eco-Trop : 26.1, 37-56.

MALAISSE F., DEMESMAECKER A., MATERA J., WATHELET B. et LOGNAY G. 2003 « *Enfin « Tubambe » dévoile son identité ! Hadraphe ethiopica (Bethune-Baker) (Limacodidae), une chenille comestible des forêts claires zambéziennes.* » Dans Biotechnologies Agronomie Société et Environnement (BASE) 2003 - 7 (2), 67-77.

MALAISSE F., DE KESEL A., BEGAUX F., DROKAR P., GOYENS P., HINSENKAMP M., LETEINTURIER B., MATHIEU F., RAPTN S., WANGLA R. et LOGNAY G. 2007 « *About South-Central TIBET edible Mushrooms (P.R. China)* » Dans Geo-Eco-Trop, 31 : 233-242.

MALAISSE F., DE KESEL A., N'GASSE G. et LOGNAY G. 2008, « *Diversity of mushrooms eaten by Bofi Pygmies of the Lobaye (Central African Republic).* » Dans Geo-Eco-Trop, 32 : 1-8.

MALAISSE F., et BENOIT P. 1979 (b). « *Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo).- Note 32: Stratégie, effectif et biomasse des Araignées en Miombo.* » Rev. Zool. Afr. 93(2): 485-499 (4 fig., 2 tabl.).

MALAISSE F. et PARENT G. 1980 (a). « *Les chenilles comestibles du Shaba méridional (Zaïre).* » Les Naturalistes belges 61(1): 2-24 (1 fig., 4 tabl., 8 planches).

MALAISSE F. et BENOIT P. 1980 (b). « *Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo).- Note 36: Ecologie de Nephila pilipes pilipes Lucas 1851 (Araneae, Argiopidae) en Miombo.* » Rev. Zool. Afr. 94(4): 841-860 (6 fig., 1 tabl.).

MONTEMBALI S. 2005. « *Madagascar : Analyse de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité. Collecte et analyse des informations secondaires.* » Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies, Service de l'analyse et de cartographie de la vulnérabilité. 37p.

MUTTENZER F. 2001. « *La mise en œuvre de l'aménagement forestier négocié ou l'introuvable gouvernance de la biodiversité à Madagascar.* » Bulletin du LAJP, n°26, pp 91-126.

NOWINSKY L., PETRANYI G., et PUSKAS J., 2010 « *The relationship between lunar phases and the emergence of the adult brood of insects.* » Dans : Applied ecology and environmental research 8(1) : 51-62.

PARENT G., THOEN D., 1977. « *Food value of Edible Mushrooms from Upper-Shaba Region.* » Dans Economic botany, 31 : 436-445.

PAULIAN R., 1956. « *Sur la soie des Néphiles* », dans « *Le naturaliste malgache* », tome 8, fascicule 1, p163.

RAHARINIRINA V., 2005. « *Les débats autour de la valorisation économique de la biodiversité et de la bioprospection en Afrique : le cas de Madagascar.* » Cahier du GEMDEV n°30 - Quel développement durable pour les pays en développement ? pp 137-163. (Université de Versailles Saint-Quentin C3ED, UMR IRD-UVSQ N°063).

RAMIARANTSOA H.R. 1995 « *Chair de la terre, œil de l'eau :Paysanneries et recompositions de campagnes en Imerina (Madagascar).* », Orstom, Paris

RAZAFIMANANTSOA T.M., RAVOAHANGIMALALA O.R., et CRAIG C.L. 2006. « *Indigenous silk moth farming as a means to support Ranomafana National Park.* » Report on a feasibility study, Madagascar Conservation & Development, VOL1-12/2006 : 34-39.

RAZAFIMANANTSOA T. M. 2008. « *Etude bioécologique des Lépidoptères séricigènes dans la famille des Lasiocampidae et des Saturniidae au Parc National de Ranomafana et dans la forêt de Tapia d'Ambohimanjaka.* » Diplôme d'Études Approfondies. Université d'Antananarivo, Madagascar, Faculté des Sciences, Département de Biologie animale. 79p.

RICKLEFS et MILLER 2005 « *Écologie.* » Parties : Écologie des populations et Écologie des communautés, Éditions De Boeck Université, 821p.

SABAH C., CHAVANCY G., GOYON J-C, GOYON M, MALAISSE F., MARCHENAY P., MOTTE-FLORAC E., MOURET H., RAMOS-ELORDUY J., 2004. « *Des insectes et des hommes, ethnoentomologie* », ouvrage collectif. Ed EMCC, collection « Des cultures qui racontent une histoire », 124p.

TASSIN J., BELLEFONTAINE R., ROGER E., et KULL C., 2009. « *Évaluation préliminaire des risques d'invasion par les essences forestières introduites à Madagascar.* » dans Bois et Forêts des tropiques n°299 : 27-36.

TOMMASEO PONZETTA M. 2003. « *Rôle alimentaire des insectes dans l'évolution humaine.* » Dans « *Les insectes dans la tradition orale – Insects in oral literature and traditions* », Eds : MOTTE-FLORAC E. et M.C. THOMAS J., Paris Louvain, Peeters-SELAf (Ethnoscience), pp : 241-255.

UNITÉ DE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT RURAL (UPDR). 2003. « *Monographie de la région d'Antananarivo.* » Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la pêche.

VINSON A., 1863. « *Du ver à soie de Madagascar, ou ver à soie de l'Ambrevade (Borocera cajani Vinson).* » Extrait de la Société Impériale Zoologique d'Acclimatation, séance du 10 avril 1863, pp 505-512.

VITOUSEK P.M., D'ANTONIO C.M., LOOPE L.L., REJMANEK M., WEST-BROOKS R. 1997. « *Introduced species : a significant component of human caused global change.* » New Zealand Journal of Ecology, 21 (1) : 1-16.