

Liste des abréviations

ACCE	Arongampanihy Culture Conservation Environnement
ACSAM	A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar
ASG	Amphibian Specialists Group
ANGAP	Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées
CAZ	Corridor Ankeniheny Zahamena
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CIREEFT	Circonscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme
CITES	Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora
COBA	Communauté de Base
ESSA	Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
ISS	Interview Semi Structuré
IUCN	International Union for the Conservation of Nature (français: UICN)
MARP	Méthode Accélérée de Recherche Participative
MaVoa	Madagasikara Voakajy
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PCD	Plan Communal de Développement
SVL	Snout Vent Length
SSC	Species Survival Commission
VOI	Vondron'Olona Ifotony
TBE	Tableau de Bord Environnemental
TIB	Transformation Industrielle du Bois
IEFN	Inventaire Ecologique et Forestier National
AGR	Activité Génératrice de Revenu

Table des matières

I.	INTRODUCTION.....	1
I.1.	Contexte et cadre général de l'étude	1
I.2.	Importance de l'étude.....	2
I.3.	Problématique.....	3
I.4.	Hypothèses	3
I.5.	Objectifs	3
II.	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	4
II.1.	Milieu physique.....	4
II.2.	Climat	4
II.3.	Relief, topographie et formation pédologique	7
II.4.	Hydrographie.....	7
II.5.	Milieu biotique	8
II.5.1.	Ressources floristiques	8
II.5.2.	Ressources faunistiques.....	9
II.5.3.	Autres ressources naturelles	9
II.5.4.	Menaces sur les ressources naturelles	9
II.6.	Milieu socioéconomique	9
II.6.1.	Démographie	9
II.6.2.	Activités économiques.....	10
III.	METHODOLOGIE.....	11
III.1.	Etudes bibliographiques	11
III.2.	Choix des sites d'études	11
III.3.	Observations directes	11
III.4.	Etudes écologiques et morphométriques	11
III.5.	Etudes socioéconomiques.....	17
III.6.	Traitement des données	18
III.7.	Limites de l'étude	20
IV.	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	21
IV.1.	Généralités sur les amphibiens	21
IV.2.	Les amphibiens de Madagascar.....	21
IV.3.	La famille Mantellidae, Laurent 1946	21
IV.4.	La sous-famille Mantellinae, Laurent 1946.....	22
IV.5.	Le genre <i>Mantella</i> , Boulenger 1882.....	22
IV.6.	<i>Mantella aurantiaca</i> , Mocquard 1900.....	22
V.	RESULTATS ET INTERPRETATIONS	27
V.1.	Abondance.....	27
V.1.1.	Localisation des sites avec l'abondance de <i>M. aurantiaca</i>	27
V.1.2.	Abondance par site	27
V.1.3.	Abondance par zone	28
V.1.4.	Abondance par sexe et par âge	29
V.1.5.	Abondance par période.....	29
V.1.6.	Abondance par niveau topographique	30
V.1.7.	Comparaison des deux méthodes de recherche	32
V.1.8.	Corrélation entre les deux méthodes	33
V.2.	Etudes morphométriques	34
V.2.1.	Comparaison de la taille et du poids entre male et femelle	34

V.2.2.	Relation entre la taille et le poids de <i>M. aurantiaca</i>	35
V.2.3.	Comparaison des caractères morphométriques par zone.....	36
V.2.4.	Comparaison de la taille et du poids par site.....	36
V.3.	Caractérisation de l'habitat.....	37
V.3.1.	Caractéristiques de l'habitat par zone.....	37
V.3.2.	Caractéristiques des sites avec et sans <i>M. aurantiaca</i>	37
V.4.	Etudes socioéconomiques.....	39
V.4.1.	Opportunités et atouts pour la conservation.....	39
V.4.2.	Menaces et pressions liées aux activités de production.....	41
V.4.3.	Menaces liées à la gestion des ressources.....	43
IV.	DISCUSSIONS.....	44
IV.1.	Variation de l'abondance.....	44
IV.2.	Abondance par période.....	45
IV.3.	Comparaison des deux méthodes de recherche.....	45
IV.4.	Relation entre l'abondance et les paramètres de l'habitat.....	45
IV.5.	Variation de la taille et du poids.....	46
IV.6.	Connaissance des personnes sur l'espèce.....	46
IV.7.	Efficacité des réglementations.....	46
IV.8.	Priorités pour la conservation.....	47
V.	RECOMMANDATIONS.....	48
V.1.	Recommandations méthodologiques.....	48
V.2.	Choix de sites potentiels.....	49
V.3.	Plan de conservation de la zone sud reliée au bassin versant du Mangoro.....	49
VI.	CONCLUSION.....	56
	REFERENCES.....	58

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation du district de Moramanga	4
Carte 2 : Localisation des sites de <i>M. aurantiaca</i>	27

Liste des figures

Figure 1 : Méthode des placettes	13
Figure 2 : Mesure des caractéristiques de l'arbre	15
Figure 3 : Force d'une corrélation	20
Figure 4 : Courbe ombrothermique de Moramanga entre 1961 et 1990	5
Figure 5: Evolution de la pluviométrie annuelle à Moramanga entre 1993 et 2000	6
Figure 6 : Carte lithologique de Moramanga	7
Figure 7 : Schéma du processus écologique suivi par <i>M. aurantiaca</i>	24
Figure 8 : Fréquence de distribution de l'abondance par site.....	28
Figure 9 : Abondance par zone.....	28
Figure 10 : Abondance par sexe et par âge.....	29
Figure 11 : Abondance par période	30
Figure 12 : Abondance par niveau topographique	31
Figure 13 : Variation de l'abondance des juvéniles par niveau topographique.....	31
Figure 14 : Variation de l'abondance des femelles par niveau topographique.....	31
Figure 15 : Variation de l'abondance des mâles par niveau topographique.....	32
Figure 16 : Relation entre la méthode des placettes et le comptage à durée déterminée.....	33
Figure 17 : Fréquence de distribution du nombre d'individus par site.....	33
Figure 18 : Comparaison de la taille entre mâle et femelle.....	34
Figure 19 : Comparaison du poids entre mâles et femelles.....	34
Figure 20 : Interaction entre la taille et le poids de <i>M. aurantiaca</i>	35
Figure 21 : Comparaison de la taille par zone.....	36
Figure 22 : Comparaison du poids par zone.....	36
Figure 23 : Connaissance des personnes sur <i>M. aurantiaca</i>	40

Liste des photos

Photo 1 : Méthode des placettes ; a : transect, b : placette	13
Photo 1 : Méthode des placettes ; c et d : fouille.....	14
Photo 2 : Caractéristiques de l’habitat ;.....	15
Photo 2 : Caractéristiques de l’habitat ;.....	16
Photo 3 : Mesure de la longueur museau-cloaque.....	17
Photo 4 : Individus de <i>M. aurantiaca</i> ; a : mâle, b : femelle	22
Photo 5 : Menaces sur <i>M. aurantiaca</i> et son habitat	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des cyclones passés dans le district de Moramanga entre 1994 et 2008.....	6
Tableau 2 : Abondance par zone	29
Tableau 3 : Abondance par période.....	30
Tableau 4 : Nombre d’individus trouvés avec les deux méthodes	32
Tableau 5 : Comparaison de la taille et du poids entre mâle et femelle	34
Tableau 6 : Caractéristiques de l’habitat par zone.....	37
Tableau 7 : Caractéristiques des sites avec et sans <i>M. aurantiaca</i>	38
Tableau 8 : Limites de facteurs favorables à la présence de <i>M. aurantiaca</i>	38
Tableau 9 : Caractéristiques de l’habitat des sites à forte abondance.....	39
Tableau 10 : Caractéristiques de chaque zone.....	40
Tableau 11 : Connaissance des écoliers sur <i>M. aurantiaca</i>	41

Liste des annexes

Annexe 1: Questionnaire	a
Annexe 2: Guide d'enquête	a
Annexe 3: Fiche de relevé des comptages à durée déterminée	a
Annexe 4 : Fiche de relevé des paramètres morphométriques	a
Annexe 5: Fiche de relevé pour la méthode des placettes	b
Annexe 6 : Classification des sols dans la région Alaotra Mangoro	c
Annexe 7: Restrictions de la CITES concernant les spécimens couverts par l'Annexe II.....	d
Annexe 8: Réglementations relatives à l'environnement et à la conservation concernant le district de Moramanga.....	d
Annexe 9 : Taille et Poids moyens par site et maximum et minimum de <i>M. aurantiaca</i>	f
Annexe 10 : Connaissance de <i>M. aurantiaca</i> par la population (pourcentages)	g
Annexe 11 : Liste et distribution des espèces appartenant au genre <i>Mantella</i>	g
Annexe 12 : Les principales hypothèses nulles et les hypothèses alternatives principales à vérifier par la statistique analytique	h
Annexe 13 : Menaces et pressions par site	i
Annexe 14 : Caractéristiques socio-économiques détaillées de chaque zone	j
Annexe 15 : Coordonnées géographiques des sites.....	o

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

I.1. Contexte et cadre général de l'étude

Les forêts tropicales malgaches comptent parmi les plus grandes priorités mondiales pour la conservation de la biodiversité (Myers et al. 2000) et le pays figure parmi ceux du monde ayant des proportions particulièrement élevées d'espèces menacées. Ce qui en fait un des hots spots mondiaux pour la conservation de la biodiversité (Baillie et al. 2004 ; Mittermeier 2004 ; Andreone 2007). Cette île est l'un des endroits les plus riches en amphibiens au monde (Andreone et al. 2007), classée au douzième rang en matière de richesse spécifique, elle compte actuellement 238 espèces décrites d'après l'évaluation globale des amphibiens (Andreone et al. 2008) avec un taux d'endémisme de près de 99% (Glaw & Vences 2007). Cela fait de cette grande île, une priorité pour la conservation des amphibiens. Le pays dispose de la stratégie pour la conservation des amphibiens des Madagascar (ACSAM) qui constitue le principal outil de la conservation des amphibiens qui dispose actuellement d'un secrétariat et du plan d'action « sahonagasy » en 2006. Les priorités de ce plan d'action sont la coordination des activités de conservation des amphibiens, la formation et la sensibilisation, les inventaires et études écologiques, la génétique, l'intégration des habitats dans les aires protégées, le développement de la collection herpétologique nationale, l'élevage en captivité et les pathologies (Andreone & Randriamahazo 2006).

Les amphibiens malgaches font aussi l'objet de vente sur le commerce international des animaux de compagnie¹ qui, pour le genre *Mantella* risque de porter préjudice à la survie. Ces animaux sont très demandés sur le marché, et à cause du manque d'informations, ils sont exploités démesurément (Baillie 2004; Food and Agriculture Organization 2006; Rabemananjara et al. *in press*). Le commerce de la faune et de la flore sauvage à Madagascar est régi par la loi n°2005-018 du 17 octobre 2005 conformément à la convention sur le commerce international de la faune et de la flore sauvage (CITES). La conservation de la biodiversité est tenue en compte par le Madagascar Action Plan (MAP) qui constitue le plan directeur national adopté depuis 2007 comporte dans son engagement 7 relatif à l'environnement les défis 1 et 2 respectivement sur l'augmentation de la superficie des aires protégées et sur le maintien des étendues de forêts et de zones humides pour la conservation et la valorisation de la biodiversité terrestre, lacustre, marine et côtière. Le SAPM est un outil pour la réalisation du défi 1. Les autres défis concernent la réduction du processus de dégradation des ressources naturelles, notamment des feux et des défrichements et le développement du réflexe environnemental à tous les niveaux qui inclut l'éducation environnementale.

¹ de l'anglais « pet trade »

I.2. Importance de l'étude

Les amphibiens sont les plus menacés d'extinction parmi les vertébrés : tandis que les mammifères ont environ 10% d'espèces en danger, les oiseaux 5%, le rapport sur l'évaluation globale des amphibiens en 2004 (Andreone et al. 2005) a montré que plus de 32% des quelques 6000 espèces d'amphibiens décrites courent le risque d'extinction (Gascon et al. 2005). Les principales causes de la perte en amphibiens sont la destruction, la fragmentation et la pollution de leur habitat (Blaustein 2002; Primack & Ratsirarson 2005) et leur vulnérabilité augmente avec la spécificité de cet habitat. Le manque d'informations sur 23% des espèces d'amphibiens (Gascon et al. 2005) y contribue largement aussi et constitue un obstacle majeur à leur conservation. Finalement, la proportion de la batracofaune en danger est largement supérieure à celles des autres classes du règne animal (Gascon et al. 2005). La destruction des forêts atteint gravement les populations amphibiennes. On pense que plus de 50% des espèces faunistiques terrestres s'abritent dans les forêts tropicales (Lovejoy 1997; Primack & Ratsirarson 2005). Les forêts tropicales couvrent environ 10% de la surface émergée des terres (Mayaux et al. 2005) et sont détruites à raison de 0,5% par an d'après une estimation entre 1990 et 1997 (Achard et al. 2002) entraînant avec elles la disparition des espèces hôtes.

Le genre *Mantella* qui compte actuellement 16 espèces décrites (Rabemananjara et al., *in press*) est à 100% endémique de Madagascar (Glaw & Vences 2007). *M. aurantiaca* est une des cinq espèces amphibiennes à distribution restreinte considérées comme les priorités en matière de conservation des espèces (Blanc & Blommers 1987). Elle a une distribution limitée à la région Alaotra Mangoro et sur trois sites à Ambositra et à Ankaratra (Behra et al. 1995) qui sont très peu documentés. Reconnue comme la « star » des grenouilles malgaches (Blanc & Blommers 1987), *M. aurantiaca* est classée en danger critique d'extinction (CR B2ab (iii,v)) par la classification IUCN version 3.1 en 2001, ce qui signifie que l'espèce fait face à un haut risque de disparition à l'état naturel avec une aire de répartition restreinte à moins de 10 km², son habitat est sévèrement fragmenté et l'espèce continue de régresser en surface de répartition et en nombre d'individus d'âge mature. Il semble également que l'espèce ne se trouve dans aucune aire protégée d'après sa distribution connue, pourtant elle figure en annexe II de la CITES, ce qui la rend sujette à l'exploitation pour le commerce.

Les recherches sur cette espèce se focalisaient sur des sites ou des zones différentes selon les investigateurs, sans compilation des résultats. En tout 13 populations sont mentionnées dans les rapports et publications (Food and Agriculture Organization 2004; Rabemananjara et al., *in press*) dont trois situées dans le bassin versant de Torotorofotsy et 10 dans la partie sud de Moramanga. Cette situation ne permet pas de connaître l'état des populations, ce qui appelle à entreprendre des recherches pour aboutir à des résultats utilisables pour la conservation.

I.3. Problématique

Les populations actuelles de *M. aurantiaca* risquent de disparaître à l'état sauvage étant donné leur distribution très limitée et la vitesse de dégradation de leur habitat. Le district de Moramanga connaît un taux de déforestation de 0,37% soit près de 1860ha par an de perdu entre 2000 et 2005 (Circonscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme Moramanga 2008). Aucune population de *M. aurantiaca* ne se trouve actuellement dans une aire protégée, et de ce fait l'espèce court le risque de s'éteindre avec la disparition de son habitat. Les informations concernant cette espèce sont très dispersées et les sites où elle est présente ne sont pas tous enregistrés par écrit mais rapportés par d'anciens chasseurs. Cette situation a amené à s'intéresser à l'étude de *M. aurantiaca* en se demandant comment arriver à sauvegarder des populations de *M. aurantiaca* dans leur milieu naturel?

I.4. Hypothèses

La conduite des recherches a pour but de vérifier les hypothèses suivantes :

- « **l'abondance de *M. aurantiaca* est plus élevée dans les sites à moindre degré de perturbation** », les valeurs de l'abondance sont très différentes suivant les caractéristiques de l'habitat et les facteurs socioéconomiques ;
- « **la destruction des sites est liée aux pressions anthropiques** », ainsi, les communautés sont des acteurs déterminants pour atteindre l'objectif de conservation.

I.5. Objectifs

Pour vérifier ces hypothèses, les objectifs fixés sont:

- Faire une évaluation rapide de l'abondance de *M. aurantiaca* par site et par niveau topographique tout en comparant l'efficacité de la méthode de comptage à durée déterminée par rapport à la méthode des placettes ;
- Identifier les sites prioritaires pour la conservation en tenant en compte l'abondance et les caractéristiques de l'habitat ;
- Identifier les pressions et menaces sur les populations de *M. aurantiaca* ;
- Faire une étude morphométrique et créer un point de comparaison pour les futures études morphologiques sur cette espèce.

Ce travail comporte une partie méthodologique qui décrit et explique les différents outils et méthodes utilisés pour les résultats obtenus, ensuite une présentation de la zone d'études, suivie des résultats et interprétations qui seront par la suite discutés. Enfin quelques recommandations seront avancées par rapport aux méthodes et aux résultats avant la conclusion.

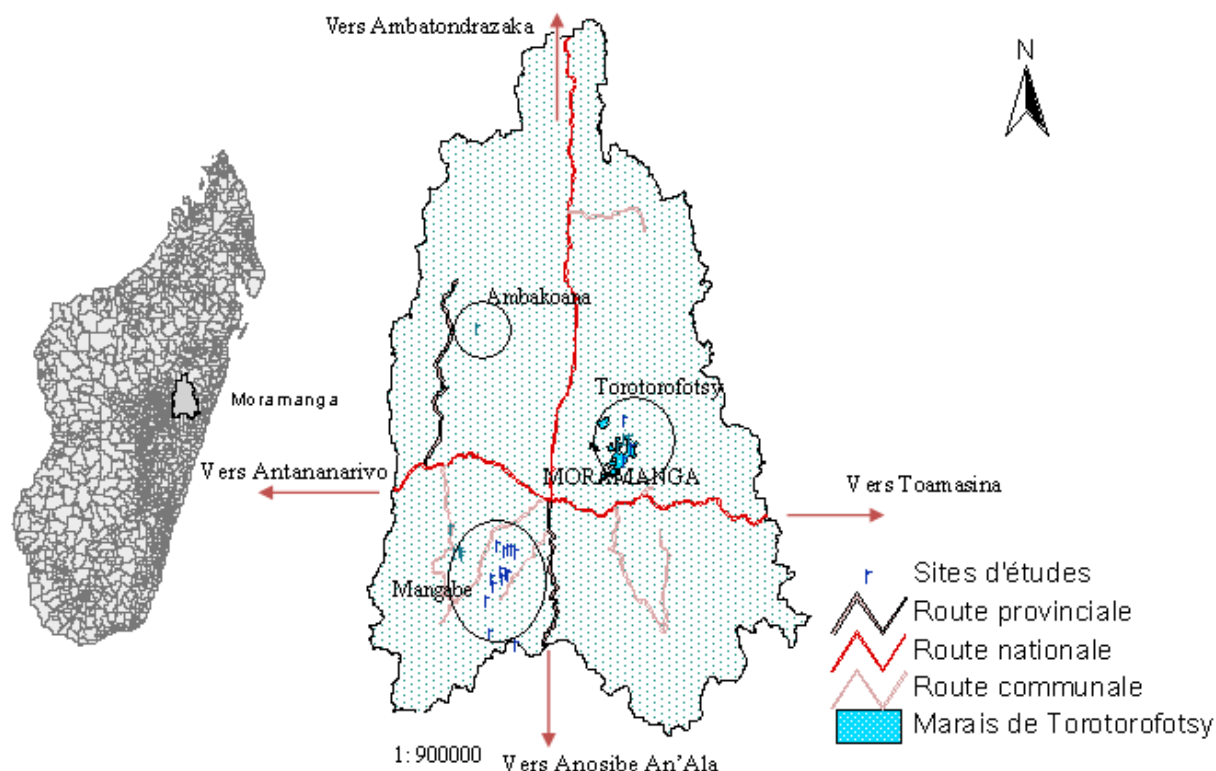
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDES

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Milieu physique

Moramanga est situé dans la partie Sud Ouest de la province de Toamasina entre les latitudes 18°4'5,10'' et 19°22'12,25'' sud et les longitudes 47°52'49,02'' et 48°39'34,98'' est. Le chef lieu de district se trouve sur la route nationale n°2 reliant la capitale à Toamasina. Le district s'étend sur 7097,44 km² et comporte 21 communes.

Carte 1 : Localisation du district de Moramanga



Source : Auteur

II.2. Climat

Moramanga appartient au domaine climatique de climat sub-perhumide du versant oriental malgache (Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005). Les saisons suivantes se démarquent tout au long de l'année :

- une saison chaude et sèche du mois d'août au mois de novembre,
- une saison chaude et pluvieuse du mois de décembre au mois de mars,
- une saison fraîche avec des crachins persistants du mois de mars au mois d'août

II.2.1. Précipitations et températures

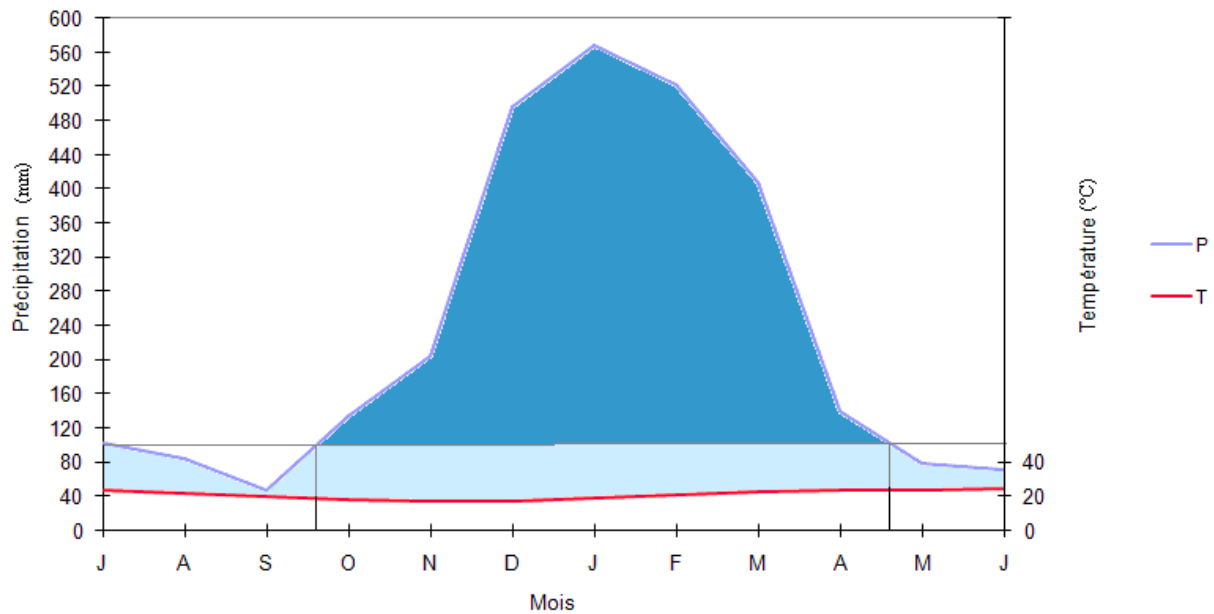


Figure 1 : Courbe ombrothermique de Moramanga entre 1961 et 1990

Source : Service de la météorologie Ampandrianomby Antananarivo

D'après cette courbe, il est constaté que la zone ne connaît pas de période écologiquement sèche. La pluviométrie est toujours supérieure à la température représentée par la ligne rouge, la saison est perhumide de mi septembre à mi avril puis subhumide pendant les mois restants. L'ascension orographique d'air instable humide portée par l'alizé de l'océan indien provoque des précipitations abondantes pendant toute l'année (Inventaire Ecologique et Forestier National 1996). La région est soumise à un microclimat typique de l'Est de Madagascar. Il y a dominance de ciel nuageux et d'humidité saturante. Le temps est brumeux toute l'année, le ciel est souvent couvert. L'hiver vient avec des pluies fines et fréquentes.

La précipitation annuelle moyenne est de 1776 mm en prenant la moyenne de 4 stations météorologiques (Analamazaotra, Ambohidray, Mangabe et Moramanga), il pleut pendant 204 jours par an. Le mois le plus sec est septembre et janvier est le mois le plus arrosé. La température annuelle est en moyenne de 21,05°C avec un minima de 17,23°C en novembre et un maxima de 24,20°C en mai. L'hygrométrie relative varie de 97% le matin à 7h à 73% à 17h du soir avec une moyenne de 86% (Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005).

Des données sur l'évolution de la précipitation annuelle entre 1993 et 2000 de la sous région montrent qu'en 1999, cette zone a connu une baisse brusque des précipitations qui sont passés vers les 1000 mm en une année (Figure 3). Au cours de ces 7 ans, la pluviométrie moyenne enregistrée est de 1663 mm avec une température moyenne annuelle de 19,47°C. Notons tout de même que les données obtenues sur une longue période sont plus fiables que ces dernières.

Au cours de cette étude, nous n'avons pas pu obtenir les données récentes concernant la climatologie ; en effet, les stations météorologiques régionales ne sont plus fonctionnelles depuis les années 90 d'après les opérateurs au niveau central, de ce fait, les données ne sont pas disponibles.

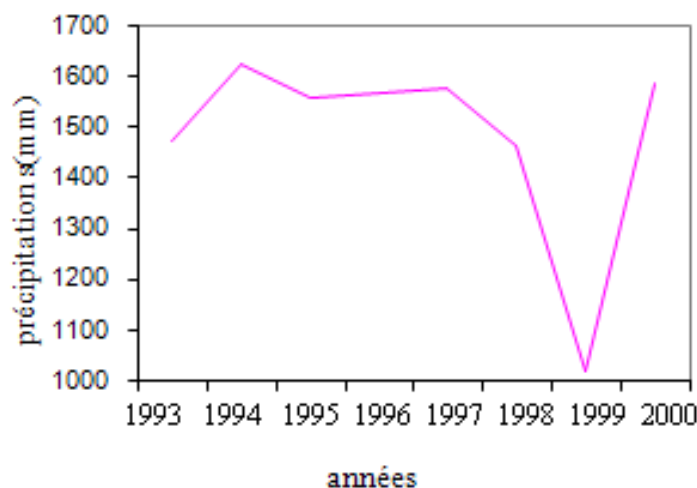


Figure 2: Evolution de la pluviométrie annuelle à Moramanga entre 1993 et 2000

Source : Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005

II.2.2. Vents et cataclysmes naturels

Douze cyclones sont passés dans cette zone entre 1994 et 2004 dont les principaux qui l'ont affectée sont :

Tableau 1 : Liste des cyclones passés dans le district de Moramanga entre 1994 et 2008

Noms	Dates de passage
Geralda	mars 1994
Eline	février 2000
Kesiny	mai 2002
Elita	décembre 2003
Gafilo	mars 2004
Indlala	mars 2007
Ivan	février 2008

Source : service de la météorologie Ampandrianomby Antananarivo 2008 ; Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005

Le plus grave a été Gafilo qui est qualifié de cyclone tropical très intense. Néanmoins, le passage du dernier cyclone tropical intense (Ivan) a entraîné une augmentation considérable de la précipitation et a éventuellement des impacts sur les résultats des recherches.

II.3. Relief, topographie et formation pédologique

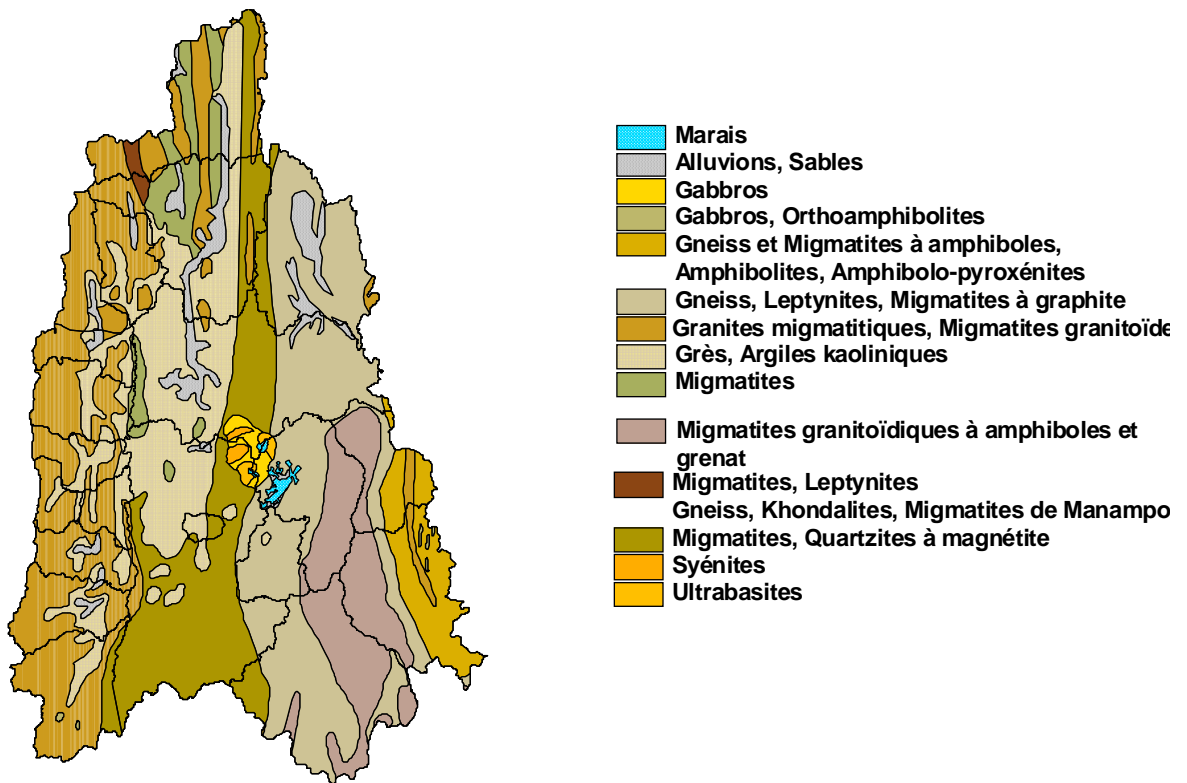


Figure 3 : Carte lithologique de Moramanga

Source : Auteur

La région Alaotra Mangoro est située dans la zone à relief polycyclique de l'Est, incluant une partie de la falaise Betsimisaraka sise sur une surface fini tertiaire sur socle. Du point de vue lithologie et géomorphologie, la région comporte des dépôts sédimentaires anciens dénommés dépôts moramangiens (Randriamboavonjy 1996). Les régions naturelles représentées sont les pays des hauteurs betsimisaraka entre 700 m et 1100 m d'altitude couvert de forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude et la plaine du Mangoro, vaste dépression de 800 m à 850 m d'altitude, recouverte d'alluvions lacustres où existent des collines granitiques de 900 m à 950 m d'altitude. Les dépôts lacustres constituent les seules zones déboisées (Besairie, 1960).

Deux classes de sol sont présentes dans la sous région : le domaine alluvial sédimentaire, le domaine alluviale et colluvionnaire (Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005). Ces deux classes se présentent sous des types de sols différents en fonction du niveau topographique (cf. Annexe 6).

II.4. Hydrographie

Cette sous région est caractérisée par un réseau hydrographique dense. Deux fleuves la traversent: Mangoro et Sahatandra. neuf rivières se jettent dans le Mangoro: Sahamadio, Voamboana, Sahafanilo, Sandranety, Sahampazina, Sahamarirana, Manambolo, Sahatala, Sahanjonjana tandis que

dans le Sahatandra, il y a Firikana, Sahatany, Vohitra, Anevoka-Iasina, Lakato, Ihofika, Manampotsy, Talavegna.

II.5. Milieu biotique

II.5.1. Ressources floristiques

D'après l'Inventaire Ecologique et Forestier National (1996), la formation forestière de la région appartient à l'étage de moyenne altitude - pentes orientales du domaine du centre situé entre 800m et 1800m d'altitude. La végétation primaire est constituée de forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude se présentant sous forme d'une futaie de transition entre les forêts denses humides sempervirentes de basse altitude et les forêts sclérophylles de montagne. Elle comporte trois strates :

- une strate supérieure formée de grands arbres (de 20m à 25m) ramifiés assez bas,
- une strate moyenne de 10m à 15m avec de nombreuses espèces monoblastiques,
- une strate inférieure ayant l'aspect d'un taillis serré formé d'arbustes aux troncs droits, assez clair pour permettre le développement d'un tapis discontinu de mousses et de plantes herbacées parmi une épaisse couche d'humus mal décomposé.

Les formes de dégradations suivantes sont aussi rencontrées:

- jachères forestières après culture, souvent à base de *Solanum auriculatum* (Solanaceae), *Harungana madagascariensis* (Guttiferae), *Trema orientalis* (Ulmaceae), *Dombeya* spp. (Sterculiaceae) et bambous ;
- brousses éricoïdes à *Helicrysum* spp. (Compositae), *Philippia* spp. et *Agauria* spp. (Ericaceae) et *Pteridium* spp. (Dennstaedtiaceae) par suite de passage répétés de feux ;
- savanes à *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa*, *Eulalia villosa*, *Cymbopogon* sp. et *Heteropogon* sp. Ainsi que pseudo steppes à *Aristida similis*, *A. rufescens*, *A. multicaulis* et *Loudetia simplex* (Graminae) en tant qu'ultime stade de dégradation sur les sols les plus érodés.

On rencontre également dans cette zone les forêts marécageuses qui sont des formations climatiques édaphiques, et à part les formations naturelles, des reboisements d'eucalyptus et de pins existent sur une grande étendue. Ce sont des formations forestières subsistant dans des milieux très acides et sur sol hydromorphe. En particulier, concernant le système de marais de Torotorofotsy, c'est une grande cuvette marécageuse contenant le grand marais et ses bras jusqu'aux bassins versants forestiers d'Ambatovy. Les cypéracées en bordure du marais sont principalement constituées des espèces suivantes : *Fimbristylis longiculmis*, *Eleoscharis plantaginae*, *Fuirena pubescens*, *Bulbostylis* sp., *Hypotlytrum madagascariensis*, *Fimbristylis bivalvis*, *Cyperus aequalis*.

La couverture forestière actuelle est subdivisée en forêts classées, aires protégées et périmètres de reboisement (CIRconscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme 2005). Deux

aires protégées gérées par l'ANGAP sont situées dans la partie Nord est de la région: le Parc National Mantadia étendue sur 15480 ha et la Réserve Spéciale Andasibe vaste de 810 ha. Une station forestière à Analamazaotra est gérée par une association locale (Mitsinjo). Une zone humide d'importance internationale ou site Ramsar se trouve également dans cette région: le marais de Torotorofotsy sur 9993 ha dont la gestion est actuellement confiée à une COBA (VOI Taratra) encadrée également par l'association Mitsinjo. Le corridor Ankeniheny – Zahamena est en cours de mise en place en tant que nouvelle aire protégée du SAPM sauf le bassin versant autour du marais de Torotorofotsy dont l'aménagement est concerté avec le projet Ambatovy.

II.5.2. Ressources faunistiques

La ressource en faune a été inventoriée au cours de l'évaluation biologique rapide du corridor Mantadia-Zahamena en 2005. Nous avons relevé ici les points saillants des résultats obtenus. Treize espèces de lémurien dont le fameux *Indri indri* faisant la renommée de la région sont identifiées et recensées dans le corridor avec le *Prolemur simus* qui vient d'être découvert dans la zone Nord Ouest. Il y a 89 espèces de micromammifères dont 70,78% sont endémiques à Madagascar. La faune herpétologique est représentée par 129 espèces pour le corridor (Ravoninjatovo 1998; Schmid & Alonso 2005). Environ 1916 espèces d'insectes dont 61 cicindèles actuellement sont connues dans cette région. La partie Sud du corridor (Ankeniheny), comporte 32 espèces de reptiles, 50 espèces d'amphibiens, des micromammifères (insectivores et rongeurs) ont été repérés, ainsi que des oiseaux tels que *Coua cristata*, *Coracopsis vasa*, *Streptopelia* sp., et des lémurien représentés par *Indri indri*, *Microcebus* spp., *Eulemur fulvus*, *Varecia variegata*, *Propithecus diadema* etc. (Schmid & Alonso 2005).

II.5.3. Autres ressources naturelles

Les ressources minières sont également des ressources naturelles présentes dans la zone. Le nickel et le cobalt sont exploités à Ambatovy et Analamay, le graphite à Mantadia.

II.5.4. Menaces sur les ressources naturelles

Les menaces qui pèsent sur les ressources naturelles sont: les feux, les défrichements, la surexploitation et les catastrophes naturelles. Le taux de déforestation annuelle est de 0,37% de 2000 à 2005 (CIRconscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme 2008). L'exploitation minière est une menace aussi dans la mesure où les externalités négatives ne sont pas contrôlées, telles que la pollution et l'ensablement en aval, l'empiétement sur les territoires des espèces.

II.6. Milieu socioéconomique

II.6.1. Démographie

En 2003, plus de trois cent vingt mille habitants sont enregistrés pour l'ensemble Moramanga – Anosibe An'Ala. La population est composée d'un brassage d'ethnies dont la majorité est

principalement constituée par les Bezanozano et les Betsimisaraka auxquels s'ajoutent les Sihanaka et les migrants Merina et Betsileo. La densité de la population est de 26,73hab/km². Les immigrants, principalement d'Antananarivo et de Fianarantsoa exercent des activités ambulantes à vocation commerciale des activités dans les petites exploitations forestières non mécanisées dans l'ensemble de la zone (Tableau de Bord Environnemental Mangoro 2005). Le taux de scolarisation de Moramanga est de 64,77% et le taux d'alphabétisation 76,6%.

II.6.2. Activités économiques

Les principales fonctions de la population sont l'exploitation forestière, l'agriculture (86,16% de la population), l'élevage, la pêche, le commerce et la fonction publique. Différentes formes d'exploitation forestière existent dans cette zone. Des compagnies d'exploitation forestière à grande échelle sont implantées, dont la Fanalamanga, la Transformation Industrielle du Bois (TIB), Panomad, etc. les grandes entreprises exploitent les plantations industrielles de pins et d'eucalyptus. Par contre, les COBA et d'autres exploitants exploitent des forêts naturelles par le transfert de gestion ou par adjudication. Les produits de l'exploitation forestière sont notamment le bois d'œuvre pour les forêts naturelles, le bois d'œuvre, le bois de chauffe et le charbon pour les forêts de pins et d'eucalyptus (CIRconception de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme 2008).

Le secteur tourisme prend aussi une importance capitale dans l'économie de la région. Il y a des sites touristiques le parc national Mantadia et la réserve spéciale Analamazaotra gérés par l'ANGAP, la station forestière d'Analamazaotra gérée par l'association Mitsinjo, et d'autres sites comme Vohimana et Maromizaha dont la gestion est actuellement confiée au Groupe d'Etudes et de Recherches en Primatologie ou GERP (BIODEV 2005).

METHODOLOGIE

III. METHODOLOGIE

III.1. Etudes bibliographiques

C'est la méthode utilisée pour renforcer en premier lieu les notions de base concernant les amphibiens, notamment sur la biologie et sur l'écologie de l'espèce. La bibliographie consiste à réunir les documents relatifs au thème et d'en tirer les informations pour situer l'étude par rapport aux études déjà faites auparavant et pour rassembler les données qui existent déjà. Avec l'avancée de la technologie, on associe actuellement la bibliographie avec la consultation des sites internet dans le même but que celle des documents imprimés. La documentation s'effectue tout au long de l'étude et se fait dans les centres de documentation de l'ESSA, de MaVoa, et du parc botanique et zoologique de Tsimbazaza. Pour cette étude, la bibliographie se rapporte à la conservation de la biodiversité, en particulier la conservation des amphibiens, à la biologie de *M. aurantiaca*, au système de réglementation sur l'environnement à Madagascar, et à la région Alaotra Mangoro.

III.2. Choix des sites d'études

Les sites de *M. aurantiaca* connus sont enregistrés par des rapports diversifiés. Ils ont été repérés d'après les travaux de Zimmermann (Zimmermann 1991) qui concernent les sites à Torotorofotsy puis en 2004, d'autres sites sont découverts en 2004 à Andranomena (Chiari et al. 2004) et Andranomandry (Chiari et al. 2004; Rabemananjara et al., *in press*). En janvier 2007, des sites non enregistrés encore sont mentionnés par des anciens chasseurs. A partir de là, les informations ont été rassemblées sur l'espèce, des entretiens avec les chasseurs ont abouti à la prospection des sites probables. Ensuite, la recherche sur l'abondance a été prévue pour cette saison 2008. C'est ainsi que 30 sites ont été identifiés, ils sont inclus dans des communes rurales du district de Moramanga.

III.3. Observations directes

Cette méthode renseigne sur des aspects de la réalité qui ne sont ni mentionnés dans les données secondaires ni à travers les entretiens et les autres méthodes. Elle complète aussi les informations et permet dans certaines mesures de recouper les informations.

III.4. Etudes écologiques et morphométriques

III.4.1. Précautions générales

L'opération de déroule dans la zone bioécologique de l'Est, caractérisée par une forte précipitation, ainsi, il faut se munir de bottes et d'imperméable. Pour la sécurité, une lampe torche est toujours nécessaire en cas de difficultés imprévues qui risqueraient de retarder en forêt. Le bloc note à utiliser doit être fonctionnel quel que soit le temps qu'il fait, choisir un carnet waterproof est conseillé.

III.4.2. **Comptage à durée déterminée**

- Principe

Le comptage à durée déterminé consiste à investir un effort constant de recherche sur une aire en particulier ou sur un transect pendant une période limitée. Les données obtenues sont le nombre d'individus par unité de temps. Il n'y a pas de limitation matérialisée pour la surface ni piquets ni cheville ou corde pour servir de barrière. Dans cette méthode, le choix de l'itinéraire est fait de façon à ce que chaque individu ait la même chance d'être observé, un individu soit enregistré une seule fois et qu'il n'y ait pas de biais lié à l'observateur (bonne vision, apte à fournir un effort constant) (Heyer et al. 1994).

- Matériels et procédé

En premier lieu, il faut déterminer l'aire sur laquelle sera effectuée la recherche. Ensuite, pendant la durée choisie, avec un effort de concentration constant, l'équipe procède à la recherche. Une équipe est composée de 3 personnes dont 1 calepiniste et 2 chargés de la fouille. Pour cette étude, la durée de recherche sur chaque site est fixée à 15mn pour chaque équipe. Un chronomètre et un sac de toile constituent le matériel requis pour cette méthode. Les individus sont capturés pour le comptage et relâchés aussitôt après (La fiche de relevé est disponible en Annexe 3).

- Précautions

En période de reproduction, détecter d'abord les cris et localiser avant de commencer la fouille. Le résultat peut être très différent sur moins de 100m, alors il faut considérer d'abord la période de recherche et le niveau topographique où il est plus probable de trouver des individus.

III.4.3. **Méthode des placettes**

L'absence de coordination des travaux de recherche à tous les niveaux ne permet pas d'adopter une méthode standard pour l'évaluation de la densité et de l'abondance des amphibiens (Andreone & Randriamahazo 2006). Chaque chercheur adopte une méthode en fonction de ses objectifs spécifiques (Bennun et al. 2002) et de ses moyens en respectant les principes suivis par les méthodes connues. La méthode de marquage et recapture est la plus appropriée pour l'estimation de la densité et présente plusieurs techniques. Mais elle requiert un grand investissement en temps. L'objectif est cependant de faire une évaluation rapide de l'abondance, aussi la méthode de fouille des microhabitats a été adoptée. L'unité d'échantillonnage est une placette de 4mx4m. Le choix de ces dimensions est basé sur l'estimation de la durée de recherche. Les dimensions de placette varient selon les chercheurs, allant de 2mx2m en fonction des objectifs et des moyens disponibles (Bennun et al. 2002).

- Principe

Il s'agit de fouiller la litière pour compter les individus sur une surface déterminée.

- Procédé

5 placettes de 4mx4m sont disposées sur un transect de 50m (figure 1, photo 2) en prenant des nombres au hasard (n1, n2, n3, n4, n5) générés par la table (Heyer et al. 1994). La même opération est effectuée sur chaque niveau topographique (bas-fond, versant, sommet). Le transect est placé perpendiculairement à la direction de la pente. A l'intérieur de chaque placette, la litière est fouillée de fond en comble à l'aide d'un bâton en bois (photo 2). Trois personnes travaillent sur une placette et la fouille s'arrête lorsque les trois personnes sont satisfaites de leur recherche. La durée de la fouille par placette est prise en compte pour évaluer l'investissement en temps pour cette méthode.

Les individus trouvés dans chaque placette sont capturés à mains nues et mis dans un sac en toile. Lors de cette opération, la précaution à prendre est de disposer quelques feuilles fraîches dans le sac pour éviter que les grenouilles ne soient écrasées par inadvertance. Le comptage a lieu à la fin de la fouille de chaque placette. Trois catégories se distinguent au comptage : les juvéniles, les femelles adultes et les mâles adultes.

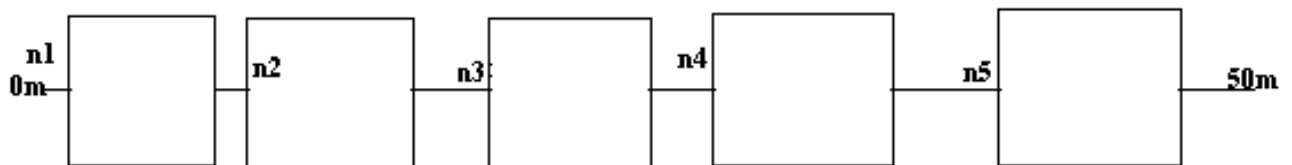


Figure 4 : Méthode des placettes



Photo 1 : Méthode des placettes ; a : transect, b : placette



Photo 2 : Méthode des placettes ; c et d : fouille

Source : Auteur

- Matériels

Pour cela, nous avons besoin d'une chevillière de 50m, d'une autre de 20m, d'un sac de toile, d'un bâton de fouille, d'un chronomètre (cf. fiche de relevé en Annexe 5).

- Précautions

Il faut veiller à ce que les individus sur la surface désignée ne s'en échappent au cours de la mise en place des placettes. Normalement une barrière en bâche ou métallique devrait être placée tout autour, mais l'encombrement causé par cette clôture (transport, installation, désinstallation) coûte relativement cher en temps et en effort. Et puis reconnaissant qu'avec la densité maximale enregistrée (3234/ha, d'après la FAO (2003) soit 5 à 6 individus par placette), avec trois personnes par équipe, il est possible de suivre les individus.

III.4.4. **Caractérisation de l'habitat terrestre**

- Principe et procédé

M. aurantiaca vit sur la litière végétale sous forêt après la phase larvaire de son cycle de développement. Nous entendons alors par microhabitat, ici, l'ensemble formé par la couverture végétale en amont des sites de ponte qui sert d'habitat à l'espèce au cours de sa vie aérienne. Pour caractériser l'habitat, les paramètres suivants sont relevés (cf. Annexe 5).

Dans chaque placette :

- l'épaisseur de la litière qui sert d'abri la nuit et en période estivale à l'animal

► le nombre d'arbres abattus ou tombés au sol (« logs »), ce sont des traces de passage de cyclones et d'évènements catastrophiques naturels qui entraînent des chablis. Mais Ils constituent également un abri en période d'hibernation où les spécimens sont trouvés dans des troncs d'arbres décomposés.

► le nombre de souches d'arbres coupés qui indique le niveau de pression anthropique subie par la forêt (photo 3).

► les caractéristiques des ligneux (figure 2): le nombre, la hauteur totale et le diamètre à hauteur poitrine des arbres par classe de diamètre : les arbres de diamètre à hauteur poitrine supérieur à 20cm, ceux de 5cm à 20cm et ceux de moins de 5cm sont compté parmi le sous bois dont on ne relève que la densité. Ces données donnent une structure sommaire de la forêt et elles permettent de mettre en relation les caractéristiques de la forêt avec l'abondance de *M. aurantiaca*.

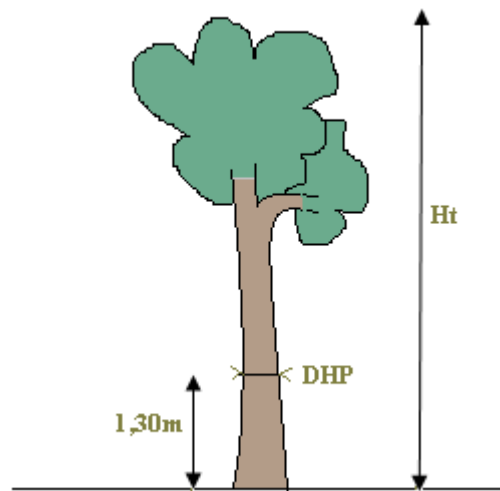


Figure 5 : Mesure des caractéristiques de l'arbre



Photo 3 : Caractéristiques de l'habitat ;



Photo 4 : Caractéristiques de l'habitat ;

a : souches ou arbres coupés, b : arbres tombés au sol ou « logs », c : ouverture de la canopée, d : site de ponte drainé (juin 2008)

Source : Auteur

Sur chaque transect on estime l'ouverture de la canopée : *M. aurantiaca* rejoint en période d'activité les lisières et les forêts ouvertes (Glaw & Vences 1994), ce qui nous amène à considérer que l'ouverture de la canopée, estimée par le pourcentage de lumière arrivée au sol, détermine le choix de l'habitat. L'estimation de l'ouverture de la canopée est prise tous les 10m sur le transect de 50m à partir d'une extrémité, ce qui donne 6 valeurs dont la moyenne est prise.

Dans chaque site on mesure les dimensions des sites de pontes (longueur et largeur).

Notons que la caractérisation de l'habitat est effectuée sur les transects et les placettes mêmes où on a fait l'étude de l'abondance.

- Matériels

Cette tâche est effectuée après la fouille des microhabitats, sauf pour l'épaisseur de la litière, alors on garde la placette telle qu'elle a été dressée pour la fouille. La mesure des arbres par contre utilise un compas forestier pour la mesure de diamètre et un clisimètre pour la hauteur.

III.4.5. **Caractérisation des sites de ponte**

- Principe

Les amphibiens passent par un état larvaire où ils ont les conditions physiologiques d'un poisson (Angel 1947). Au cours de cet état, leur vie est conditionnée par la qualité de l'eau. Le pH de l'eau et les dimensions des sites de ponte sont mesurés sur chaque site de ponte car ils peuvent être des facteurs déterminant la présence ou l'abondance des *M. aurantiaca* sur un site.

- Matériels et procédé

A l'aide d'un pH mètre électronique (Hanna instruments) à précision 0,1, sur chaque site de ponte, on prélève le pH de l'eau de chaque site de ponte. La valeur du pH est lue directement sur l'écran. La longueur et la largeur des sites de ponte sont mesurés à l'aide d'une cheville.

III.4.6. **Mesures morphométriques**

Cinq individus par site sont pris pour la mesure du poids et de la longueur museau-cloaque ou SVL. Le pesage se fait avec un Pesola à précision 0,01g et la mesure de SVL (mm) avec un pied à coulisse (cf. fiche de relevé en Annexe 4). Les mesures sont ensuite comparées par site et par sexe.



Photo 5 : Mesure de la longueur museau-cloaque

Source : Auteur

III.4.7. **Préparation des spécimens**

Les spécimens sont des données qui enrichissent en permanence les archives. Ils constituent le seul mécanisme pour valider la présence de l'espèce et pour faire des comparaisons historiques (Heyer et al. 1994). Le prélèvement de spécimens ne peut être considéré comme une pression que dans la mesure où le nombre d'individus pris risque de réduire effectivement la taille de la population.

Pour chaque site où la présence *M. aurantiaca* est confirmée, 5 individus sont prélevés et gardés comme spécimens. Ils sont endormis d'abord avec de l'alcool 90°, puis étalés pour donner une forme (la plus naturelle possible) et conservés dans une solution d'alcool diluée à 70% avec un numéro d'identification attaché à la cuisse gauche. Les spécimens sont stockés temporairement au siège de MaVoa en attendant de joindre la collection herpétologique nationale.

III.5. **Etudes socioéconomiques**

Pour connaître les atouts et contrainte pour la conservation concernant les activités humaines, des études socioéconomiques ont été effectuées. L'analyse du contexte socioéconomique détermine l'utilisation des ressources naturelles, de la forêt en particulier et des bas fonds. Les pressions subies

par ces ressources sont, en effet liées aux modes de leur utilisation par l'homme. D'un autre côté, la connaissance de la disposition des communautés vis-à-vis de la conservation permet d'évaluer la nécessité et la pertinence de la sensibilisation.

III.5.1. Méthode accélérée de Recherche Participative (MARP)

La démarche générale de cette partie de l'étude est une Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP) thématique axée sur les pressions et menaces sur les populations amphibiennes liées au contexte socioéconomique et sur la considération de l'espèce et de la conservation par la population. La MARP offre toute une gamme d'outils méthodologiques pour l'obtention d'informations (Gueye & Schoonmaker 1991), parmi lesquels, ont été utilisés en plus de l'observation directe :

- L'Interview Semi Structuré (ISS) de groupe, lorsque l'organisation des descentes permet de consacrer du temps et lorsque les communautés sont disposées à se réunir et céder de leur temps pour la réunion.
- L'ISS et les enquêtes informelles de personnes ressources (cf. annexe 2), personnes choisies en tenant compte de leur fonction telles que le représentant de l'autorité traditionnel, le Tangalamena, le représentant de l'autorité civile : le chef fokontany ou le maire ou l'adjoint au maire ou le quartier mobile ou le guide local proposé par les autorités locales qui souvent possède des connaissances plus approfondies sur le sujet.
- La revue de données secondaires qui débouche aux données déjà disponibles sur la zone ou sur le sujet. Les données servent de point de départ et donnent des informations qui seront vérifiées, renforcées, recoupées par les enquêtes. Entre autre, les documents consultés au niveau local sont : les plans communaux de développement et monographies, les documents disponibles auprès de la CIREEFT, de l'ONG ACCE et de Conservation international et les données du service de la météorologie à Antananarivo.

III.5.2. Enquête par questionnaire

Pour la connaissance de la population sur l'espèce, une enquête par questionnaire (cf. annexe 1) a été faite. Pour le choix des enquêtés, les personnes rencontrées (dans le champ visuel) sur chaque localité (dans la rue) sont numérotées de 1 à 3, puis la troisième est choisie pour être enquêtée. Pour le cas de Menalamba, toutes les personnes rencontrées ont été enquêtées pour compléter la taille de l'échantillon. L'échantillonnage n'est pas fait à un taux constant, ce qui donne des résultats non comparables entre les localités, mais les résultats donnent une idée sur la proportion des personnes connaissant.

III.6. Traitement des données

Les données climatologiques à obtenir sont les précipitations moyennes mensuelles et les températures mensuelles sur une période aussi longue que possible. Elles sont utilisées pour dresser la courbe ombrothermique de Walter et Lieth.

Le traitement des données morphologiques et écologiques se fait par catégorie (données sur la morphométrie, données sur l'abondance par site et données sur l'abondance par niveau topographique) et utilisant la statistique descriptive et la statistique analytique. Les représentations graphiques illustrent les résultats pour faciliter l'interprétation.

III.6.1. Choix de l'unité

L'abondance est exprimée nombre d'individus/homme-heure pour les résultats de comptages à durée déterminée. L'abondance en n/homme-heure exprime le nombre d'individus trouvés par unité d'effort investi qui est considéré comme l'effort constant d'un homme pendant une heure de recherche. Pour les résultats des placettes, les résultats seront traités en termes de densité relative nombre d'individus/m².

III.6.2. Statistique descriptive

Elle fait ressortir par site ou par sexe les moyennes et écarts-types de la taille et du poids pour la morphométrie, l'abondance et les valeurs des paramètres du microhabitat pour les autres études. La représentation graphique sera utilisée pour ces moyennes et aussi pour les relations entre les variables.

III.6.3. Statistique analytique

Cet outil permet de mettre en évidence les relations ou les différences entre les populations à partir des variables mesurées sur les échantillons et des facteurs pris en considération. Les tests statistiques ont pour but de vérifier des hypothèses en interprétant la valeur de la probabilité de retour (valeur de P).

Pour déterminer les tests à employer, il faut vérifier d'abord la normalité de la distribution. Si la distribution est normale, on peut utiliser des tests paramétriques, sinon, des tests non paramétriques alternatifs et correspondants aux tests paramétriques. La normalité est vérifiée par le dressage de l'histogramme. Avant d'opter pour les tests non paramétriques, on fait des transformations logarithmiques ou exponentielles. Si la distribution n'est toujours pas normale, on utilise les tests non paramétriques. Les hypothèses principales ont été renvoyées à l'annexe 12.

III.6.3.1. Tests de corrélation

Les relations sont mises en évidence par le test de corrélation de Pearson pour les variables à distribution normale et par la corrélation de Kendall lorsque même après une transformation logarithmique ou exponentielle des données, la distribution n'est pas normale.

Le test de corrélation donne une valeur de P et une valeur de coefficient de corrélation (r) qui indique si la corrélation est négative ou positive. Le carré de r indique également la force de la corrélation. Plus r^2 se rapproche de 1 ou de -1, plus la corrélation est forte.

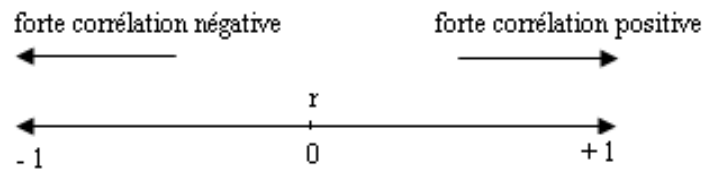


Figure 6 : Force d'une corrélation

III.6.3.2. Tests de différence et comparaisons de moyennes

L'ANOVA est utilisée pour comparer les moyennes de plusieurs échantillons. Elle sera l'outil d'analyse pour comparer les moyennes, l'abondance et les mesures morphométriques entre les sites. On peut utiliser une ou plusieurs variables explicatives, ce qui utilise soit ANOVA soit MANOVA. Nous utiliserons surtout « One Way Anova ». Le test donne des valeurs de P (probabilité de retour) pour des échantillons à égale variance.

Le test de différence à employer à part l'analyse de variance est le test T. Il permet de comparer deux moyennes de deux échantillons indépendants ou appariés. On utilise le test T pour échantillons appariés pour comparer les moyennes d'abondance obtenues par les deux méthodes si la distribution est normale, sinon, le test U de Mann-Whitney. Le test T pour échantillons indépendant servira pour comparer les moyennes entre les zones que pour les paramètres écologiques et morphométriques.

III.6.3.3. Logiciels de traitement de données

Le traitement des données a été facilité par l'utilisation de logiciels statistiques tels que Microsoft Excel, XLSTAT 7.0, SPSS 10.0.7 pour windows, Statview 5.0.0.0. Pour chaque résultat, est choisi le logiciel qui illustre le mieux ou qui donne la meilleure présentation attendue.

Le recours à l'utilisation de logiciels SIG tels que Mapmaker 3.0, MapInfo et Arcview GIS 3.2 a été nécessaire pour la représentation sur carte des données et pour la présentation de la zone d'étude.

III.7. **Limites de l'étude**

Des sites de *M. aurantiaca* sont mentionnés à Ambatolampy et Ambositra, mais la présence d'individus n'est pas confirmée dans les publications récentes. Les sites d'études choisis se restreignent alors à ceux inclus dans le district de Moramanga. C'est là également qu'il se trouve des populations à forte densité que nous pouvons envisager de protéger. Le passage du cyclone Ivan en février était un obstacle majeur pour le déroulement des recherches. Pendant une semaine, aucune activité n'a été possible à cause de la fermeture des barrières de pluie. L'inondation engendrée par ce cyclone a aussi éventuellement affecté la présence ou l'abondance de l'espèce dans les sites.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

IV. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

IV.1. Généralités sur les amphibiens

Les batraciens ou amphibiens sont des vertébrés marcheurs ou rarement rampants quand les membres font défaut. Ils sont poïkilothermes et la majorité d'entre eux nagent avec la plus grande facilité (Angel, 1947). Ils sont classés en trois groupes : l'ordre des Anoures avec 5460 espèces connues, les salamandres, ordre des Urodèles avec 560 espèces et les céciliens, ordre des Gymnophiona avec 170 espèces. Parmi ces trois groupes, seuls les anoures sont représentés à Madagascar (Glaw & Vences 2007). Les amphibiens sont absents seulement dans les régions extrêmement froides et dans la plupart des îles océaniques. Étant donné la grande perméabilité de leur épiderme, ils nécessitent des environnements humides (Blaustein 2002). C'est pour cela qu'en période sèche, ils adoptent des comportements tels que s'enfouir dans le sol ou se retirer dans des cavités, afin de réduire les pertes en eau (Marsh 2001). Selon leur besoin, les amphibiens vivent près des plans d'eau, sur la litière végétale ou sur des parties végétales qui retiennent l'eau pendant un certain temps (Angel, 1947). Certaines espèces nécessitent l'abri des forêts pour accomplir leur cycle de vie. Elles constituent un habitat pour une ou plusieurs phase(s) de leur développement (Glaw & Vences 2007).

IV.2. Les amphibiens de Madagascar

Au moins trois familles d'amphibiens existent à Madagascar : Hyperoliidae, Mantellidae et Microhylidae et probablement une quatrième famille : les Ptychadenidae (Glaw & Vences 2007). Les différents lignages d'amphibiens sont inégalement répartis dans les régions bioclimatiques de l'île, cette différence est probablement liée à l'incapacité de certains groupes à survivre dans des milieux arides (Angel, 1947). La plupart des amphibiens sont alors distribués dans les forêts humides de l'est. Pour les espèces existant dans la région sèche de l'ouest et du sud ouest, leur présence est souvent restreinte aux refuges humides tels que Isalo, Tsingy de Bemaraha, etc. Seules quelques espèces très peu nombreuses se trouvent dans les forêts décidues de l'ouest et encore moins dans les forêts épineux (Glaw & Vences 2007).

Dans les forêts humides de l'est, le plus grand nombre d'espèces se rencontre dans le centre est, concentrés entre les latitudes d'Andasibe et Ranomafana. Là, près de 100 espèces sont présentes sur des espaces relativement petits. Cependant, il se peut que d'autres endroits encore peu ou pas explorés puissent en contenir autant d'espèces. Mais il est intéressant de savoir que la diversité des espèces menacées est plus grande dans le nord-est et dans le sud-est (Glaw & Vences 2007).

IV.3. La famille Mantellidae, Laurent 1946

Il y a plus d'un siècle, les *Mantella* étaient classés parmi les Dendrobatidae qui regroupent les grenouilles à poison², très colorées néotropicales. Ensuite, les 12000km et plus qui séparent les zones de distribution des Mantellidae et des Dendrobatidae ont amené les chercheurs à creuser pour trouver leurs différences (Zimmermann 1996). La famille des Mantellidae constitue la plus large lignée des grenouilles malgaches

² dart poison frogs

en termes de diversité morphologique et en termes de richesse spécifique. Les Mantellidae sont endémiques de Madagascar et des îles Comores. 166 espèces sont décrites dans cette famille, réparties dans trois sous familles : Boophinae, Laliostominae et Mantellinae (Glaw & Vences 2007).

IV.4. La sous-famille Mantellinae, Laurent 1946

C'est une sous famille très diversifiée. Elle inclue de grandes (en terme de dimensions) grenouilles atteignant 120mm de longueur museau-cloaque (SVL) et des grenouilles miniatures de 11 à 15mm ; elle comprend aussi des grenouilles arboricoles, des grenouilles à tendance aquatique et d'autres qui vivent dans la forêt humide, indépendamment de l'eau. Deux genres sont notamment connus appartenant à cette sous famille : *Mantella* et *Mantidactylus*. Mais le genre *Mantidactylus* vient d'être subdivisé en huit genres en 2006 (dont *Spinomantis*, *Gephyromantis*, *Guibemantis*, *Tsingymantis*, *Boehmantis*, *Mantidactylus* et deux autres ; Glaw & Vences 2007).

IV.5. Le genre *Mantella*, Boulenger 1882

Ce sont des grenouilles vivement colorées, présentant des ressemblances avec les dendrobates des forêts tropicales d'Amérique du sud. Toutes les *Mantella* sont morphologiquement presque similaires. Elles n'ont pas de palmes entre les doigts. Les bouts des doigts sont un peu élargis. Chez les mâles, la glande fémorale est souvent difficile à distinguer et elle est absente chez la femelle. Les mâles ont un sac vocal subjugal. Les *Mantella* n'ont pas de dents maxillaires ni vomériennes et leur langue n'est pas bifide. Le tympan est distinct chez les deux sexes. Ce sont des animaux diurnes, l'habitat est surtout terrestre (Glaw & Vences 2007). Les femelles pondent des œufs blancs (sans pigment), qui sont déposés dans des cavités ou sur le sol dans des milieux humides tels que les bords d'un plan d'eau. Les œufs sont ensuite emportés par la pluie et le développement larvaire se déroule dans un plan d'eau stagnant ou dans des eaux à faible courant. Ce genre compte 16 espèces décrites et deux formes reconnues (cf. Annexe 11).

IV.6. *Mantella aurantiaca*, Mocquard 1900



Photo 6 : Individus de *M. aurantiaca* ; a : mâle, b : femelle

Source : Auteur

IV.6.1. Classification

Règne : ANIMAL

Embranchement : VERTEBRES

Sous-embranchement : GNATHOSTOMES

Super-classe : TETRAPODE

Classe : AMPHIBIENS

Ordre : ANOURES

Famille : MANTELLIDAE

Sous famille : Mantellinae

Genre : *Mantella*

Espèce : *Mantella aurantiaca*

Noms communs : sahona mena kely (malagasy), golden mantella, ginger tree frog, golden frog (anglais), mantelle dorée (français), rana dorada, ranita dorada de Madagascar (espagnol).

IV.6.2. Caractères morphologiques

C'est une espèce relativement petite (19 à 24 mm de SVL), les femelles peuvent atteindre 31mm. La couleur est uniformément jaune orangée et rouge orangé pour certaines populations. L'iris est uniformément noir avec un petit éclair dans la partie supérieure. Le ventre est uniforme, similaire à la surface dorsale mais généralement plus fin. Certains organes internes sont visibles à travers la fine peau ventrale un peu transparente (Glaw & Vences 2004). Comme chez toutes les *Mantella* leur peau contient des alcaloïdes de défense, qui proviennent probablement des arthropodes contenus dans leur alimentation (Clark et al. 2005). Ce caractère est commun entre les *Mantella* et les dendrobates.

Mâles et femelles se distinguent par la taille, surtout en période de reproduction où les femelles sont gravides (Ramanamanjato & Raselimanana 1994; Rakotomavo 1997).

Les œufs sont blancs ivoires, mesurant 1,5 à 2mm de diamètre (Blommers et al. 1991; Glaw & Vences 1994; Rakotomavo 1997).

IV.6.3. Ecologie : habitat et comportement

Comme toutes les *Mantella*, les individus sont actifs durant le jour. Pour pouvoir suivre son processus écologique, elles ont besoin d'un habitat présentant un site de ponte formé d'un plan d'eau permanent ou temporaire en bas fonds et comme c'est une espèce terricole et d'une litière sous la forêt en amont. On les retrouve dans les forêts humides du domaine du centre-est entre 900m et 1000m d'altitude (Blommers et al. 1991; Glaw & Vences 1994; Rakotomavo 1997) dans des sites exposés au soleil (Glaw & Vences 2007).

Le cycle de vie de *M. aurantiaca* s'accomplit dans un milieu caractéristique, représenté schématiquement tel que montre la figure suivante.

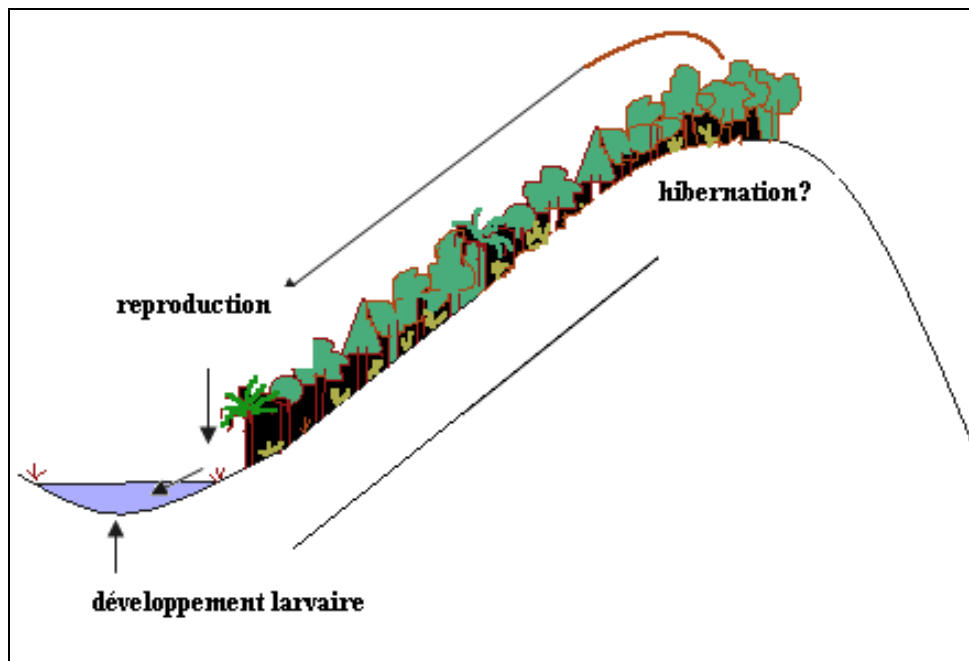


Figure 7 : Schéma du processus écologique suivi par *M. aurantiaca*

Source : Auteur, à partir d'enquêtes et de bibliographie (Rakotomavo 1997 ; Glaw & Vences 1994)

La descente vers les bas fonds commence vers le 15 septembre d'après les guides locaux qui sont d'anciens chasseurs. La période de reproduction a lieu pendant les deux premiers mois de pluie (Blommers et al. 1993, Food and Agriculture Organization 2003) où les cris se font entendre. Les mâles lancent des cris (Staniszewski 2001) correspondant à une série de trois clics émis à intervalles de temps réguliers (Glaw & Vences 2004) pour attirer les femelles. La femelle dépose les œufs en groupe de 15 à 60 agglutinés dans une couche gélatineuse sous la litière de feuilles mortes hors de l'eau (Blommers et al. 1991; Glaw & Vences 1994; Rakotomavo 1997). Les femelles se déplacent aussitôt que les œufs sont déposés. Les mâles restent sur les œufs pendant une période allant jusqu'à 48 heures après la déposition par la femelle pour la fertilisation (Staniszewski 1998). Les œufs fécondés et les têtards précoces sont emportés par l'eau de pluie vers un plan d'eau en aval (marais, marécage ou cours d'eau) pour poursuivre leur développement. L'éclosion a lieu 14 jours après la fécondation (Staniszewski 1998). Le développement larvaire s'effectue dans l'eau durant 70 jours après lesquels le jeune individu mesure en moyenne 11mm. Les juvéniles remontent alors les bas fonds vers les versants et commencent à vivre dans la litière végétale. Les individus sont au stade subadulte lorsqu'ils sont âgés de 5mois (Blommers et al. 1991; Glaw & Vences 1994; Rakotomavo 1997). Ils continuent à se déplacer vers le sommet puis s'enfouissent profondément dans la litière ou dans des troncs d'arbres décomposés vers le mois d'avril.

L'analyse du contenu stomacal montre que le régime alimentaire est constitué d'insectes tels que des fourmis, de petits coléoptères et diptères, des larves quelconques (Blommers et al. 1991; Rakotomavo 1997). Les mâles se nourrissent plus de fourmis, à raison de 34% que les femelles avec 11% et le contenu stomacal comprend aussi des mouches et des collemboles (Woodhead et al. 2007).

IV.6.4. Menaces et pressions qui pèsent sur l'espèce

- La dégradation de l'habitat

Le rapport de l'IUCN sur l'évaluation globale des amphibiens en 2004 montre que la perte et la dégradation de l'habitat est le premier facteur de déclin de la population amphibienne. Ensuite viennent la pollution et les maladies. Les autres facteurs sont l'invasion d'autres espèces, la perturbation humaine, la surexploitation, les catastrophes naturelles, les incidents mortels, le changement de la dynamique des espèces, et la prédation qui influent à moindre incidence sur la dégradation des populations d'amphibiens.

- La fragmentation des forêts

La population actuelle est restreinte dans des fragments de forêts qui sont actuellement menacés par l'agriculture de subsistance, les feux, l'exploitation forestière et l'extension des habitations. Les études récentes rapportent que l'habitat est en pleine dégradation dans les lieux d'occurrence de cette espèce (Vences & Raxworthy 2004). Quoique la surexploitation ne constitue que moins de 5% des menaces sur les amphibiens, elle a représenté bien un danger réel pour les mantelles dorées (Andreone et al. 2007) avant la suspension de l'exportation. En effet, en période d'activité des *M. aurantiaca*, les ramasseurs arrivaient à avoir 500 à 1000 individus par jour (Food and Agriculture organization 2003; Rabemananjara et al., in press). Ce qui peut réduire considérablement la taille de la population en une saison puisque la densité maximale enregistrée était de 3234 individus/ha à Beanana en avril 1995 (Food and Agriculture Organization 2003).

- Les maladies

Un champignon (*Batrachochytrium dendrobatidae*), depuis les années 1980 est apparu dans des parties du monde (Australie, Amérique du Nord, Europe et spécialement Amérique du Sud et du Centre et Australie). Il affecte les têtards et les adultes et peut potentiellement détruire la population amphibienne. Il n'existe pas encore à Madagascar mais constitue une menace potentielle et risque de faire disparaître à jamais les espèces s'il est introduit.

- Les changements climatiques

Les changements climatiques peuvent altérer la distribution, l'abondance, la phénologie (la période des événements tels que la migration, la reproduction), la morphologie et la composition génétique. Ils peuvent modifier la répartition géographique des espèces. Les endroits où le climat est favorable à une espèce peut changer de latitude ou d'altitude, ils peuvent être réduits ou disparaître. Les changements concernent à la fois les changements locaux et les changements globaux. Une étude globale récente estime que 15 à 37% des espèces endémiques régionales risquent de disparaître vers 2050 (Thomas et al. 2004; Baillie et al. 2004). Les événements climatiques extrêmes, qui résultent des changements climatiques sont la cause du déclin des amphibiens dans quelques régions comme sur les hautes terres en Costa Rica, où 20 espèces de grenouilles et de crapauds ont subitement disparu en 1988. Les événements de déclin coïncident avec des périodes de sécheresse inhabituelles (Pounds et al. 1999; Baillie et al.

2004). Pour le cas de Madagascar, les perturbations climatiques telles que le retard de la pluie, l'inondation ou la baisse de la précipitation dans la région peut atteindre les amphibiens en changeant leur période de reproduction ou leur distribution.

IV.6.5. Statut de conservation

M. aurantiaca a fait l'objet d'exportation en quantité importante jusqu'à la suspension de son exportation en 2002 (Andreone et al. 2008) malgré son intégration de l'annexe II de la CITES depuis 1995 (Rabemanajara et al. 2007). Le prix des individus pris dans le milieu naturel a augmenté alors de 2 à 4USD entre 1995 et 2000 (Rabemanajara et al. 2007) à 20 à 65 USD (Anon 2007). L'exportation nourrit les marchés des animaux de compagnie ou « pet trade » et satisfait la demande des zoos et aquariums pour l'élevage en captivité. En outre, elles sont très demandées à cause de la présence d'alcaloïdes dans leur peau. Parmi les 28 pays importateurs, cinq seulement absorbent les 90% de la quantité exportée, ce sont les Etats Unis (71%) les premiers importateurs suivis des Pays Bas (5.5%), Allemagne (5.2%), Canada (4.6%) et de la Belgique (4.5%) (Rabemanajara et al. 2007).

Cette espèce appartient à la catégorie I, classe II de la faune malgache. Cette classification correspond à celle des animaux protégés. Le décret 2006-400 du 13 juin 2006 portant classement des espèces de faune sauvage stipule que ces animaux peuvent donner lieu à délivrance d'autorisation de chasse ou de capture, commerciale ou sportive dans les conditions réglementaires. Le quota de collecte est fixé annuellement par l'Organe de Gestion CITES sur proposition de l'Autorité Scientifique CITES. La période de chasse est entre le 1^{er} février et le 30 avril. Au niveau de la zone d'études, quelques réglementations relatives aux ressources naturelles touchent la protection de cette espèce ou de son habitat (cf. annexe 8).

L'annexe II de la CITES comprend toutes les espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce des spécimens de ces espèces n'était pas soumis à une réglementation stricte ayant pour but d'éviter une exploitation incompatible avec leur survie et certaines espèces qui doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de rendre efficace le contrôle du commerce des spécimens (cf. Annexe 7).

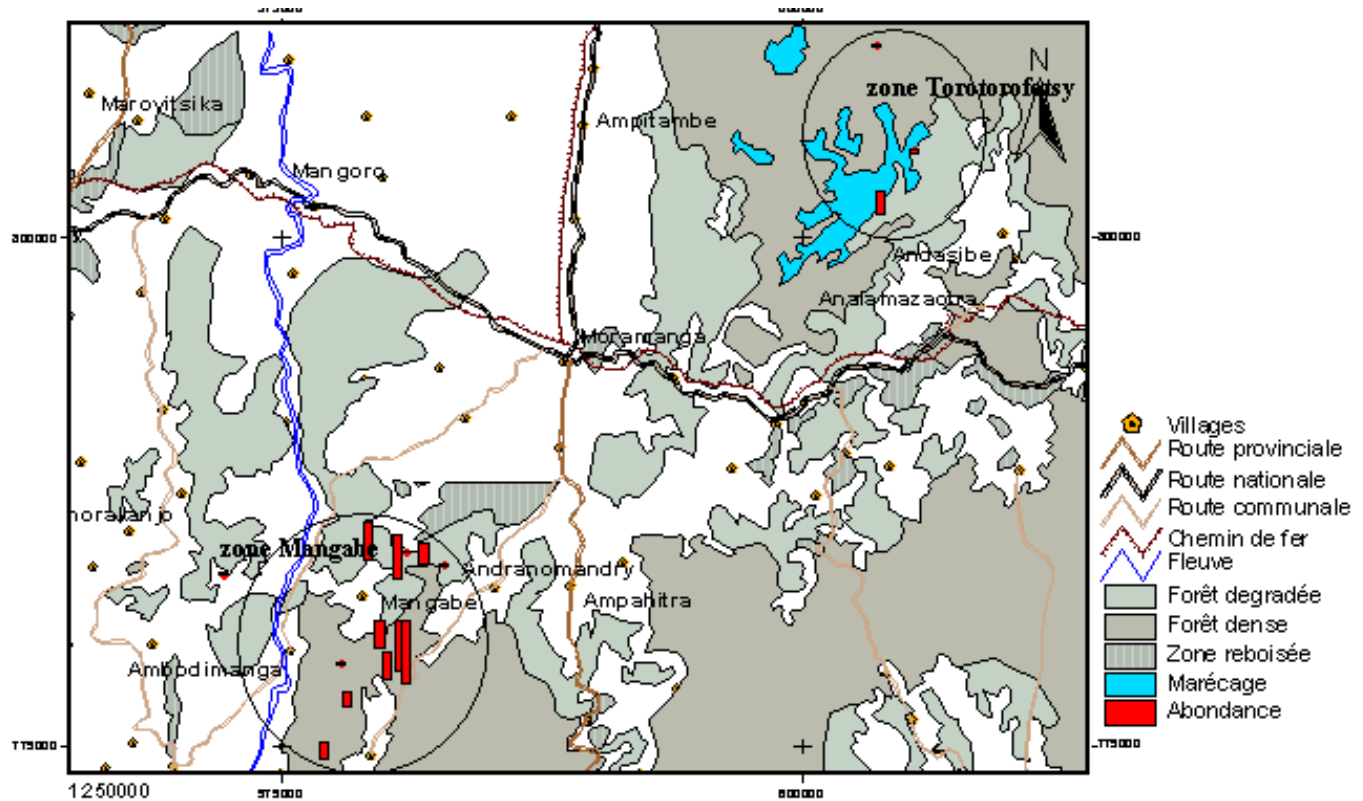
D'autre part, l'IUCN attribue à cette espèce le statut CR B2ab (iii,v). CR indique que l'espèce est en danger critique, c'est à dire que l'espèce est face à un haut risque de disparition dans son milieu naturel. B indique que son aire d'occupation est réduite à moins de 10km² avec des habitats très fragmentés (a) et que le déclin de la population continue (b) par la perte en surface et en qualité de l'habitat (iii) et en nombre d'individus adultes (v).

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

V. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

V.1. Abondance

V.1.1. Localisation des sites avec l'abondance de *M. aurantiaca*



Carte 2 : Localisation des sites de *M. aurantiaca*

Source : Auteur

Les sites sont répartis dans deux zones distinctes à part Ambakoana au nord ouest de Moramanga qui ne sont pas représentés à cause de leur éloignement. Il y a la partie sud de Moramanga (dénommée « Sud » ou « Mangoro » ou « zone Mangabe ») avec 18 sites du côté est du fleuve Mangoro et la zone des marais de Torotorofotsy (dénommée « Torotorofotsy ») avec 6 sites. Par ailleurs, les sites situés sur la rive ouest du fleuve Mangoro seront considérés comme dans une même zone que ceux de la zone sud de Moramanga.

V.1.2. Abondance par site

Parmi les 29 sites visités, des spécimens ont été trouvés dans 20 sites. 17 sites avec *M. aurantiaca* sont localisés dans la zone sud de Moramanga dont un seul sur la rive ouest du fleuve Mangoro et 3 sites aux alentours du marais de Torotorofotsy dans la commune Andasibe. Au total **565 individus** ont été comptés par la méthode de comptage à durée déterminée et **618 individus** par la méthode des placettes.

Pour la comparaison de l'abondance dans chaque site par rapport à la moyenne de tous les sites, l'analyse de la variance donne (ddl=19, $F=1,974$, $P=0,16$) pour la méthode du comptage à durée déterminée, pour la méthode des placettes (ddl=19, $F=0,003$, $P=0,42$). On a des valeurs de $p>0,05$ pour les deux méthodes, donc on admet qu'il y a aucune différence significative entre les valeurs moyennes de l'abondance de chaque site.

Le site Ampananona sud (95 individus trouvés soit 126,67 individus/homme-heure) est le plus important en termes d'abondance, d'après la méthode de comptage à durée déterminée tandis que c'est le site Sahazora (75 individus sur 15 placettes soit 0,313 individus/m²) avec la méthode des placettes. Les sites à abondance élevée se trouvent concentrés dans la zone sud (carte 2).

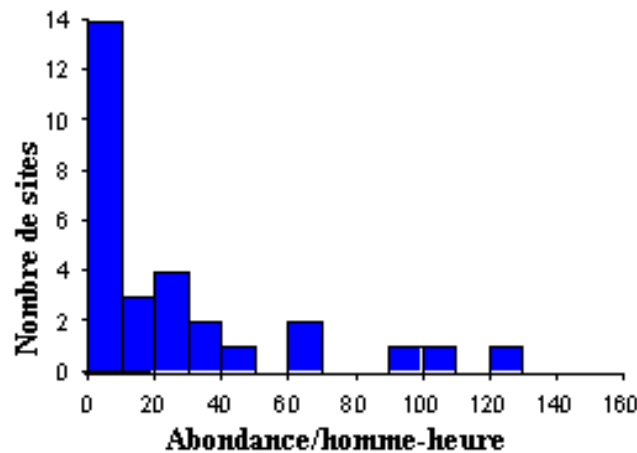


Figure 8 : Fréquence de distribution de l'abondance par site

15 sites comptent moins de 50 individus/homme-heure trouvés. Les 5 sites à abondance élevée sont Ampananona nord, Ampananona sud, Bejofo, Berohy et Sahasarotra. Ils se trouvent tous dans la zone sud.

V.1.3. Abondance par zone

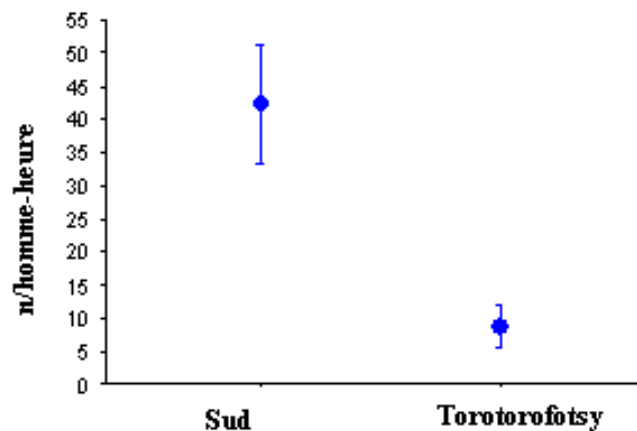


Figure 9 : Abondance par zone

D'après le test U de Mann Whitney, ($U=18,5$, $Z=-0,856$, $P=0,392$), la différence entre les valeurs d'abondance par zone est significative. Le test est bilatéral et la valeur moyenne pour la zone sud est plus élevée que pour Torotorofotsy (figure 8). En considérant les résultats des deux méthodes, la différence est exprimée en termes d'abondance et de densité relative dans le tableau 2.

Tableau 2 : Abondance par zone

Zone	Torotorofotsy	Sud	Total
Abondance (n/homme-heure) ± ES (erreur standard)	$8,89 \pm 3,11$	$42,27 \pm 9,04$	$37,27 \pm 8,12$
Densité relative (n/m^2) ± ES	$0,047 \pm 0,030$	$0,115 \pm 0,022$	$0,104 \pm 0,020$
Nombre d'observations (N)	18	3	21

V.1.4. Abondance par sexe et par âge

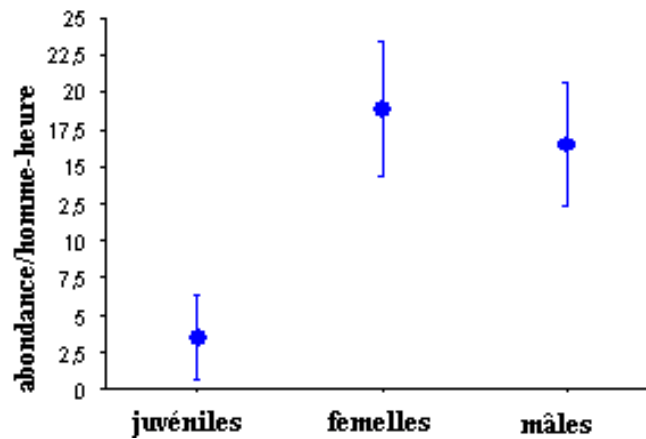


Figure 10 : Abondance par sexe et par âge

Les juvéniles sont très peu nombreux dans l'ensemble des sites et les femelles sont les plus dominants. Le sex ratio (nombre de femelles/nombre de mâles) est proche de 1 malgré cette différence.

V.1.5. Abondance par période

En subdivisant la durée de recherche en 3 périodes, nous avons des résultats différents d'abondance par site. Les valeurs élevées de l'abondance sont enregistrées dans la troisième période (mars).

Tableau 3 : Abondance par période

Période	Abondance* \pm ES	Nombre de sites
25 janvier au 10 février	4,44 \pm 1,17	11
11 février au 29 février	27,42 \pm 8,05	8
01 mars au 20 mars	46,47 \pm 9,76	10

* : abondance en « nombre d'individus/homme-heure », ES : erreur standard

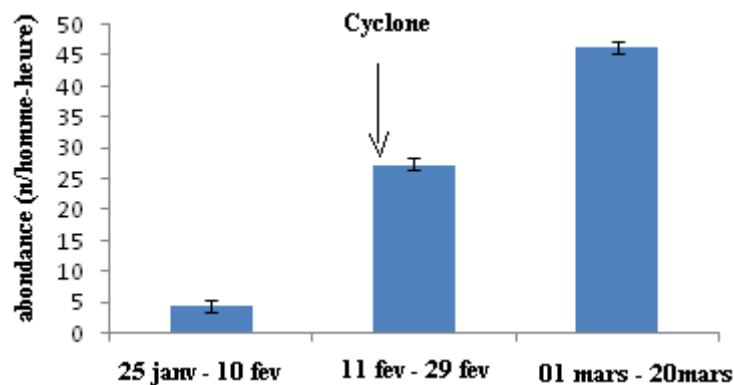


Figure 11 : Abondance par période

Il y a une corrélation significative et positive entre la période et l'abondance (test Z, $N=20$, $Z=0,442$, $P=0,0146$, $r=0,532$). La troisième période, coïncidant avec le mois de mars connaît les plus grandes valeurs de l'abondance (figure 10). Soit les sites visités en janvier et février sont des sites de populations de petite taille, soit les facteurs extérieurs tels que le climat ont entraîné cette augmentation. Notons alors que le passage du cyclone Ivan était en mi février. Cette phase est marquée par un temps pluvieux pendant quelques jours avant et après le passage, ce qui a bien pu affecter l'activité des individus.

V.1.6. Abondance par niveau topographique

L'abondance est plus élevée sur les sommets mais la différence n'est pas significative (Anova, $ddl=2$, $F=0,389$, $P=0,689$).

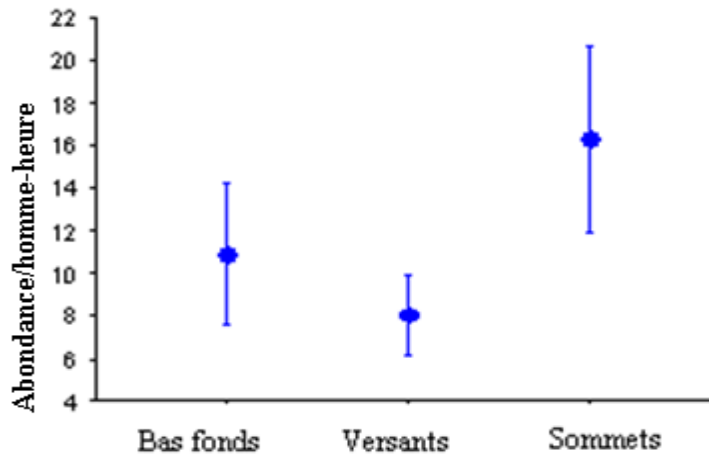
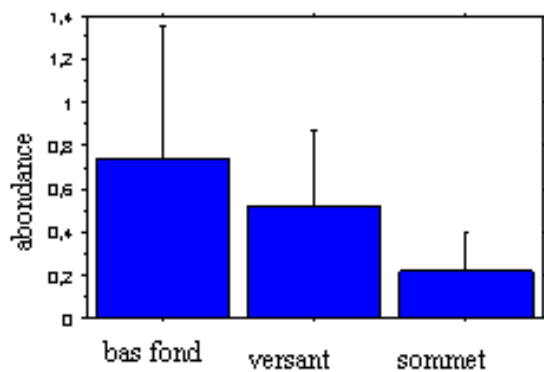


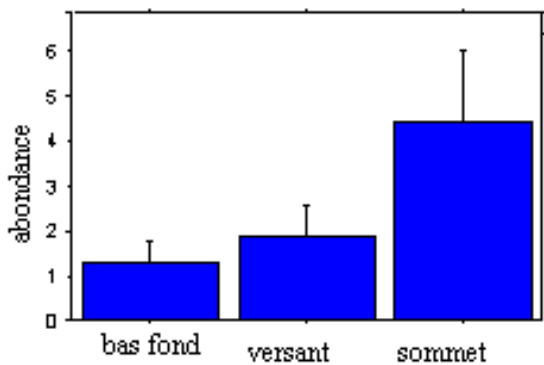
Figure 12 : Abondance par niveau topographique

En catégorisant encore les individus par sexe et par âge, on obtient les résultats suivants avec l'abondance/homme-heure:



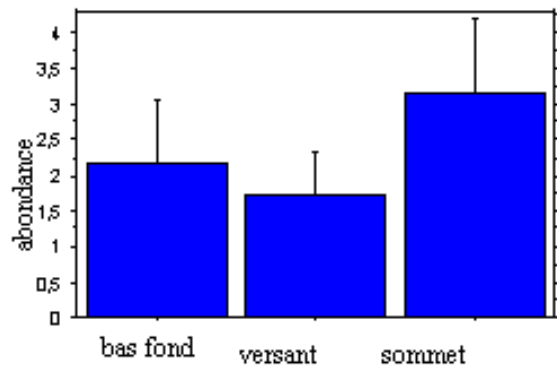
Les juvéniles sont abondants en bas fond et se raréfient en allant vers le sommet. Leur cycle de développement est accompli au cours de leur ascension, ils deviennent des adultes lorsqu'ils arrivent sur le versant pour les précoces et au sommet pour le reste.

Figure 13 : Variation de l'abondance des juvéniles par niveau topographique



Les femelles ne restent pas longtemps sur les bas fonds et les versants après la ponte. Cela explique son abondance élevée au sommet. Les femelles trouvées en bas fonds et sur les versants sont alors celles qui ont tardé à déposer leurs œufs et sont en train d'accomplir leur ascension pour rattraper celles qui sont parties avant.

Figure 14 : Variation de l'abondance des femelles par niveau topographique



Les mâles restent sur les bas fonds après la ponte pour féconder les œufs, ce qui explique leur abondance élevée aux bas fonds. Sur les versants, ils ne trainent pas et rejoignent en vitesse les sommets pour attendre l'hibernation.

Figure 15 : Variation de l'abondance des mâles par niveau topographique

Les valeurs de l'abondance sont prises sont le nombre d'individus trouvés/homme-heure.

V.1.7. Comparaison des deux méthodes de recherche

Tableau 4 : Nombre d'individus trouvés avec les deux méthodes

	n ± ES	N
Comptage 15mn	27,95 ± 6,09	20
Placettes	25,13 ± 7,35	20

ES : erreur standard

n : nombre moyen d'individus trouvés sur un site

N : nombre d'observations

Il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de l'abondance obtenue avec les deux méthodes (test T pour échantillons appariés, $P=0,458$, $T= 0,755$, $N=19$). Autrement dit, les deux méthodes donnent des résultats sans aucune différence significative.

V.1.8. Corrélation entre les deux méthodes

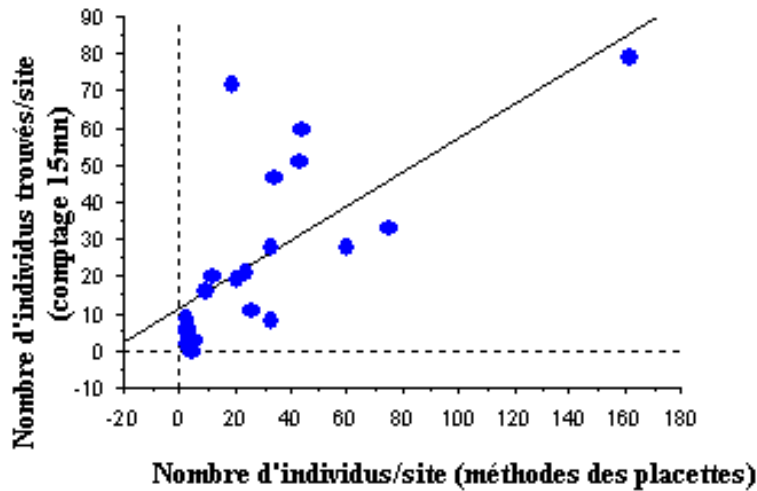


Figure 16 : Relation entre la méthode des placettes et le comptage à durée déterminée

D'après l'analyse (Corrélation de Kendall, $r=0,795$, $Z=3,554$, $P=0,004$), il y a une corrélation positive entre les résultats de recherche des deux méthodes.

Cela permet d'affirmer que la méthode de comptage à durée déterminée donne des résultats aussi utilisables que la méthode des placettes. Cette méthode est peu coûteuse en temps, en ressources humaines et en matériels. La méthode des placettes nécessite au moins 4 heures par site pour l'installation des placettes et la fouille tandis que la recherche à durée déterminée ne prend que 15 mn par site.

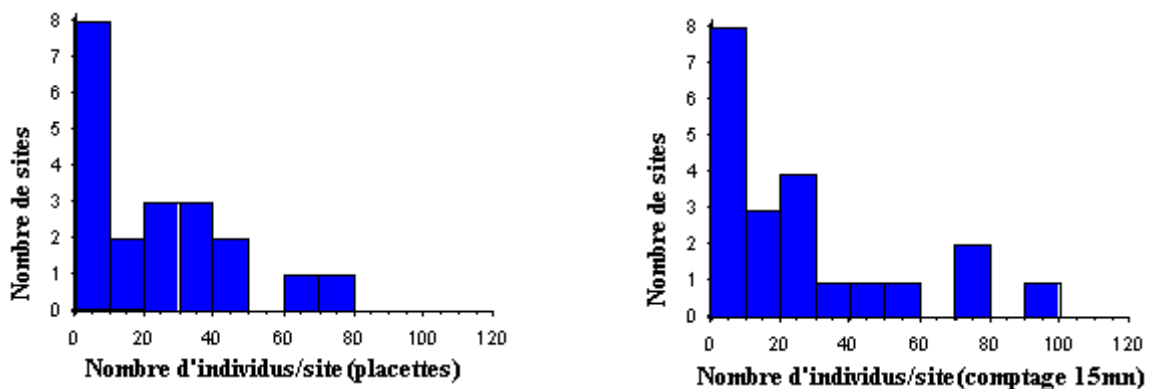


Figure 17 : Fréquence de distribution du nombre d'individus par site

Le comptage à durée déterminée donne les valeurs d'abondance les plus élevées pour 4 sites (cf. IV 12 abondance par site) dont deux sont en commun avec ceux de la méthode des placettes. Ce sont Sahazora (S19 04 35.6 ; E48 09 27.0), Ambohimena (S19 04 27.0 ; E48 09 17.7), Bejofo (S19 02 05.0 ; E48 09 10.5), Ampananona sud (S19 01 39.7 ; E48 08 24.5) et Sahasarotra (S19 10 56.5 ; E48 07 33.2).

V.2. Etudes morphométriques

V.2.1. Comparaison de la taille et du poids entre male et femelle

Dans cette partie, le site Ampasimpotsy a été exclu parce qu'un seul individu a été obtenu dans ce site, ce qui ne permet pas de faire des comparaisons de moyennes avec les autres sites (cf. annexe 9).

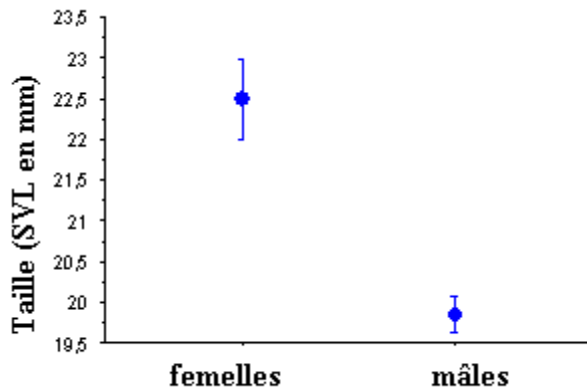


Figure 18 : Comparaison de la taille entre mâle et femelle

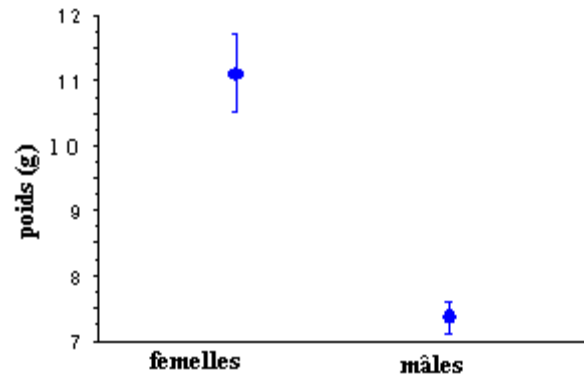


Figure 19 : Comparaison du poids entre mâles et femelles

Tableau 5 : Comparaison de la taille et du poids entre mâle et femelle

	N	SVL \pm ES (mm)	Poids \pm ES (g)
Total	103	20,67 \pm 0,25	8,63 \pm 0,03
Mâle	71	19,85 \pm 0,23	7,38 \pm 0,02
Femelle	32	22,49 \pm 0,49	11,13 \pm 0,06

ES : erreur standard ; N : nombre d'observations ; SVL : taille (longueur museau – cloaque)

La différence de taille est significative entre les individus mâles et femelles de *M. aurantiaca* d'après le test (Anova, ddl=1, F=31,04- $P=0,001$), ce qui est aussi illustré par la figure 16 et le tableau 6. Les femelles sont plus grandes que les mâles (figure 17). Elles pèsent également plus lourd que les mâles (Anova, ddl=1, F=54,337, $P=0,001$, $N_f=32$, $N_m=71$) avec une transformation logarithmique du « poids ». La différence de taille est en moyenne de 2,6mm et le poids des femelles est supérieur de 3,75grammes en moyenne par rapport à celui des individus mâles.

Pour les males, le ratio taille/poids est de 2,689 pour les mâles et pour les femelles 2,021. Ce qui signifie que les femelles pèsent plus lourd que les mâles, c'est à dire, un individu femelle de même taille qu'un autre individu mâle pèse plus lourd que l'individu mâle. D'après les observations, les femelles ont un corps plus large par rapport aux mâles, largeurs que ne tient pas en compte la longueur museau – cloaque, d'où cette différence du ratio taille/poids.

V.2.2. Relation entre la taille et le poids de *M. aurantiaca*

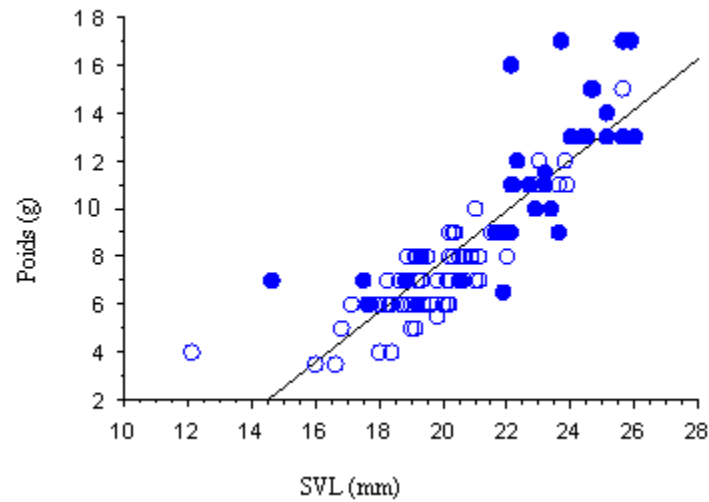


Figure 20 : Interaction entre la taille et le poids de *M. aurantiaca* (○: femelles, ●: mâles)

Le test est effectué après une transformation logarithmique du poids. La corrélation est positive (Test Z, ddl=103, $Z=13,37$, $r=0,87$, $P=0,001$), plus la taille augmente, plus le poids augmente aussi selon l'équation linéaire $Y=14,639 + 7,013X$ avec Y = taille et X = poids. Même si le ratio SVL/poids n'est pas le même pour les deux sexes, il y a une corrélation entre le poids et la taille.

V.2.3. Comparaison des caractères morphométriques par zone

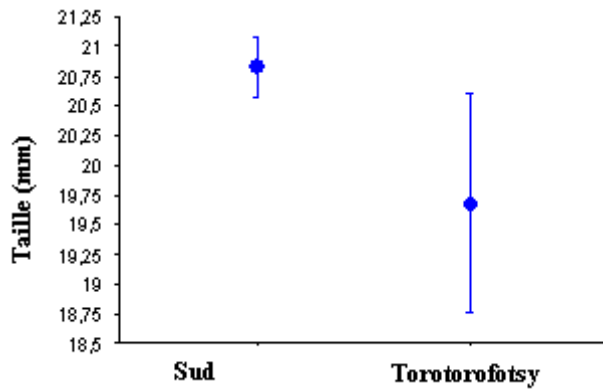


Figure 21 : Comparaison de la taille par zone

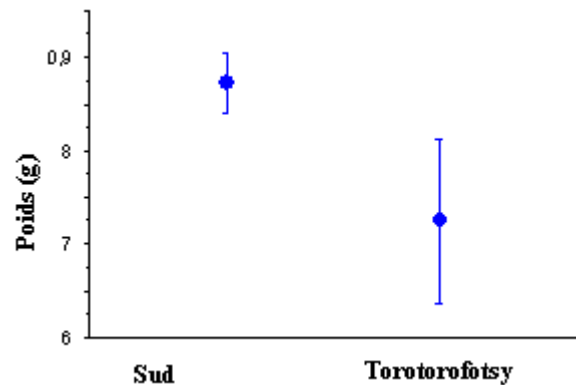


Figure 22 : Comparaison du poids par zone

Le test de comparaison de Mann Whitney donne une valeur de probabilité de retour $P=0,184$ pour la taille et $P=0,044$ pour le poids. Autrement dit, la taille des individus est significativement différente entre la zone sud et Torotorofotsy tandis que le poids n'est pas différent.

Entre chaque site, considéré un à un, il y a une différence significative entre le poids des individus (Anova, ddl=16, $F=1,91$, $p=0,0298$).

V.2.4. Comparaison de la taille et du poids par site

La comparaison de la taille par site donne une différence non significative (Anova, ddl=16, $F=1,23$, $P=0,2626$). Mais l'analyse post hoc donne des différences significatives entre Amboaloboka-Fatakana ($P=0,012$), Amboaloboka-Menalamba ($P=0,028$), Ambohimena-Andranomiditra ($P=0,48$), Ambohimena-Fatakana ($P=0,011$), Ambohimena-Menalamba ($P=0,027$), Ampananona-Fatakana ($P=0,014$), Ampananona-Menalamba ($P=0,034$), Andranomena-Fatakana ($P=0,049$), Andranonahofa-Fatakana ($P=0,022$) et Berohy-Fatakana ($P=0,029$).

V.3. Caractérisation de l'habitat

V.3.1. Caractéristiques de l'habitat par zone

Seul le pH est différent de façon significative (tableau 8) entre la zone sud et Torotorofotsy parmi les caractéristiques de l'habitat relevés, d'après le test de Mann Whitney.

Tableau 6 : Caractéristiques de l'habitat par zone

Paramètres	Sud		Torotorofotsy		Comparaison (test de Mann Whitney)	
	Moyenne \pm ES	N	Moyenne \pm ES	N	U	P
Surface terrière (m ² /ha)	15,27 \pm 0,88	18	9,39 \pm 0,23	3	11	0,11
Hauteur canopée (m)	14,61 \pm 0,32	18	12,00 \pm 0,28	3	14,5	0,21
Hauteur strate2 (m)	9,08 \pm 0,33	18	7,62 \pm 0,23	3	18,5	0,39
Densité sous bois (n/ha)	2395 \pm 113	18	2986 \pm 179	3	20,5	0,51
Souches (n/ha)	468 \pm 48	18	347 \pm 18	3	26,5	0,96
« Logs » (n/ha)	969 \pm 133	18	583 \pm 11	3	23	0,68
Litière (cm)	13,49 \pm 1,29	18	15,46 \pm 0,14	3	13	0,16
Ouverture canopée(%)	45,96 \pm 0,96	18	42,66 \pm 0,46	3	22	0,61
pH	6,89 \pm 0,39	16	6,10 \pm 0,23	3	1	0,01*

ES: erreur standard

* : différence significative

V.3.2. Caractéristiques des sites avec et sans *M. aurantiaca*

En subdivisant les sites selon la présence – absence d'individus, les caractéristiques de l'habitat sont différents par le pH et l'ouverture de la canopée (tableau 9). Ces deux facteurs peuvent alors être considérés comme des facteurs limitant pour la distribution de *M. aurantiaca*.

Tableau 7 : Caractéristiques des sites avec et sans *M. aurantiaca*

Paramètres	Sites avec <i>M. aurantiaca</i>		Sites sans <i>M. aurantiaca</i>		Comparaison (test de Mann Whitney)	
	Moyenne \pm ES	N	Moyenne \pm ES	N	U	P
Surface terrière (m ² /ha)	14,43 \pm 0,84	21	12,87 \pm 0,74	7	70,5	0,51
Hauteur canopée (m)	14,39 \pm 0,29	21	12,61 \pm 0,25	7	30,5	0,15
Hauteur strate2 (m)	9,78 \pm 0,24	21	8,75 \pm 0,15	8	41	0,45
Densité sous bois (n/ha)	3512 \pm 128	21	2682 \pm 92	8	63	0,30
Souches (n/ha)	904 \pm 81	21	661 \pm 53	8	73	>0,99
« Logs » (n/ha)	832 \pm 71	21	838 \pm 51	8	73	0,98
Litière (cm)	11,71 \pm 0,46	20	10,16 \pm 0,08	8	53,5	0,29
Ouverture canopée (%)	45,49 \pm 0,90	21	63,96 \pm 2,18	8	30,5	0,02*
Site de ponte (ha)	0,12 \pm 0,01	14	0,073 \pm 0,01	7	32	0,28
pH	6,75 \pm 0,45	21	6,27 \pm 0,58	7	26,5	0,02*

ES: erreur standard

* : différence significative

En prenant les caractéristiques des sites avec *M. aurantiaca*, nous avons les limites suivantes :

 Tableau 8 : Limites de facteurs favorables à la présence de *M. aurantiaca*

Paramètres	Limite inférieure (min)	Limite supérieure (max)
Surface terrière (m ² /ha)	2,94	26,06
Densité sous bois (n/ha)	833	4583
Souches (n/ha)	14	1916
« Logs » (n)	83	6125
Litière (cm)	6,1	23,2
Ouverture canopée(%)	30	63
Site de ponte (ha)	0,005	0,5
pH	5,9	8

Le degré de perturbation subie par le site est caractérisé par des grandes valeurs du nombre de souches, du nombre d'arbres tombés au sol ou « logs », de l'ouverture de la canopée et la densité du sous bois et par des valeurs réduites de la surface terrière et des hauteurs des strates.

Par rapport à ces limites, on constate que les sites sans *M. aurantiaca* comportent des valeurs qui dépassent. Il y a des sites qui ont une litière très mince (5cm à Avolahy), des sites de ponte de trop petites dimensions tels qu'à Anosivolo avec 40m² seulement, des sites où la couverture végétale a disparu presque entièrement, et des sites où le pH des sites de ponte est très acide avec un pH égal à 5 pour Anketrina.

Tableau 9 : Caractéristiques de l'habitat des sites à forte abondance

Sites	Abondance (n/homme-heure)	Site de ponte (m2)	Menaces
Ampananona sud	126,67	50	Exploitation ligneuse sélective
Bejofo	105,33	2500	Exploitation ligneuse sélective
Sahasarotra	68,00	840	Feu et exploitation ligneuse
Ampananona nord	62,67	50	Feu, exploitation ligneuse, tavy
Sahazora	44,00	-	Feu et exploitation ligneuse
Ambohimena	37,33	1500	Feu et exploitation ligneuse

V.4. Etudes socioéconomiques

Pour connaître les atouts et contraintes, les menaces et pressions subies par la population amphibienne et son habitat, les opportunités et obstacles rencontrés sur le terrain sont identifiés.

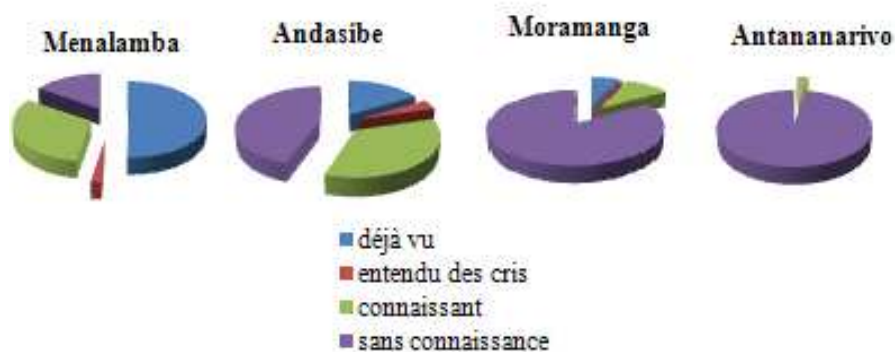
V.4.1. Opportunités et atouts pour la conservation

Certains aspects socioéconomiques de la zone peuvent avoir une influence sur l'espèce sans que le lien direct soit évident. Le tableau suivant résume quelques caractéristiques distinguant les zones Sud et Torotorofotsy où l'abondance et la morphométrie de sont différents d'après les résultats précédemment présentés.

Tableau 10 : Caractéristiques de chaque zone

Zone	Mangoro	Torotorofotsy
Densité de la population humaine	26 habitants/km ²	36 habitants/km ²
Climat	Précipitations 1281,4mm/94jours/an Température 21°C Mois le plus sec: septembre	Précipitations 1683mm/207jours/an Température 18°C Mois le plus sec: novembre
Atouts et contraintes	Sites Koloala, et transferts de gestion	Site Ramsar

A part ces caractéristiques du milieu, la connaissance des écoliers locaux et de la population locale sur l'espèce a été évaluée à travers une enquête. En tout 97 personnes ont été enquêtées à Menalamba, près du site de Torotorofotsy, 103 à Andasibe, 93 à Moramanga et 110 à Antananarivo (cf. Annexe 10). Les résultats ne sont pas comparables entre eux à cause de la différence de taux d'échantillonnage mais ils donnent à des degrés différents de précision près la situation de chaque localité.

Figure 23 : Connaissance des personnes sur *M. aurantiaca*

47,64% des enquêtés sont des femmes contre 52,36% d'hommes. Ils sont âgés en moyenne de 31,31ans. A Menalamba, village situé à moins de 4km du site de Torotorofotsy, presque la moitié des enquêtés affirment avoir déjà vu des individus de *M. aurantiaca*. Il a été remarqué que les hameaux s'éloignent de Torotorofotsy et se rapprochent d'Andasibe les habitants ayant déjà vu des individus se raréfient.

Au niveau des établissements scolaires, l'enquête donne le tableau suivant.

Tableau 11 : Connaissance des écoliers sur *M. aurantiaca*

Localité	Niveau	Effectif (N)	Age moyen	Elèves ayant :			
				Vu (n)	Entendu des cris (n)	Entendu parler de (n)	Rien su (n)
Andasibe	3 ^{ème}	32	15,5	6	0	26	0
Andasibe	4 ^{ème}	83	14,5	13	0	33	37
Andasibe	5 ^{ème}	25	14	1	0	17	7
Andasibe	6 ^{ème}	122	12	37	0	35	50
Andasibe	7 ^{ème}	68	11	16	0	43	9
Andasibe	8 ^{ème}	44	9,5	20	0	11	13
Menalamba	8 ^{ème}	35	11,3	21	0	8	6

Trois écoles ont été visitées: l'EPP Menalamba, l'EPP Andasibe et le CEG d'Andasibe. Au total, les classes visitées se répartissent en 6 niveaux (8^{ème} jusqu'à 3^{ème}) à Andasibe et 8^{ème} à Menalamba.

A Menalamba, 60% des écoliers en classe de 8^{ème} ont déjà vu des individus de *M. aurantiaca*, environ le quart des élèves connaissent son existence sans avoir vu d'individus auparavant. Il reste cependant près de 17% qui n'en ont jamais entendu parler. Sur leurs parcours pour l'école, près de la voie ferrée pour aller à Andasibe et dans les environs des champs de cultures de leurs parents, les élèves aperçoivent des individus de *M. aurantiaca* en période d'activité de l'animal.

Quant à Andasibe, ce sont surtout les élèves qui habitent en zone périphérique ou qui possèdent des champs de cultures éloignés sur l'axe Andasibe-Menalamba qui ont déjà vu et/ou entendu parler. La proportion des sans connaissance sur l'espèce est en moyenne 24,78% soit un élève sur quatre.

V.4.2. Menaces et pressions liées aux activités de production

A part les menaces mesurables dans les caractéristiques prélevées de l'habitat, le passage de feu aux alentours des sites est remarqué. Le processus écologique suivi par cette espèce la rend encore plus vulnérable par rapport aux activités humaines qui s'appliquent indifféremment sur les bas fonds pour la riziculture irriguée, sur les versants et les sommets pour le riz pluvial et pour les autres cultures. Comme menaces liées aux activités humaines, il y a alors :

- L'agriculture sur brûlis ou tavy et le drainage des bas fonds et leur conversion en champs de riz observés sur 70% des sites ;
- Le défrichement des versants et sommets sur 30% des sites et

- L'exploitation ligneuse présente dans tous les sites à des degrés différents et sélective ou intégrale, illicite ou légal.



Photo 7 : Menaces sur *M. aurantiaca* et son habitat

a et b: conversion des bas fonds en rizière, c et d : défrichement, e et f : exploitation ligneuse

L'exploitation forestière dégrade les habitats quel que soit le mode. Le prélèvement d'un seul arbre est une perturbation puisqu'il modifie la structure de la forêt, tel entre autre l'ouverture de la canopée, l'état de la litière par le chablis, la densité des arbres. Le passage de feu détruit la couverture végétale mais il entraîne aussi la dégradation du sol qui atteint la qualité de l'eau des sites de ponte. Les traces de passages de feu sont enregistrés sur 2/3 soit 67% des sites de la zone Torotorofotsy et dans 70% des sites du sud.

Le drainage des bas fonds perturbe le domaine vital de *M. aurantiaca* en changeant le régime hydrique tel que la périodicité ou la durée de l'inondation et de la sécheresse des sites. Eventuellement, l'espèce peut se déplacer pour s'adapter à d'autres bas fonds humides au risque de limiter la reproduction ou autre évolution de la population amphibienne. Ce problème est surtout constaté pour le marais de Torotorofotsy est une zone humide d'importance internationale avec les tentatives de mise en place d'exploitation agricole (cf. annexe13).

V.4.3. Menaces liées à la gestion des ressources

Une partie du site Ramsar, située sur le grand marais de Torotorofotsy est actuellement géré par une collectivité de base encadrée par une association de guides d'Andasibe et possède un arrêté de protection temporaire. Des problèmes d'intrusion et de drainage sont apparus et ne sont pas contrôlés jusqu'à maintenant. Le tarissement du marais entraîne des ravages sur tout le bassin versant qui dépend de cette zone humide et en premier lieu les populations de *M. aurantiaca*. La gestion de l'ensemble du bassin versant est en cours de mise en place et en attendant, la dégradation des ressources par les feux et le tavy persistent (cf. annexe 14).

Une observation générale a permis également d'avancer que le défrichement et les feux ont ravagé une grande partie des forêts entre les descentes de reconnaissance et le déroulement des recherches proprement dites. Les populations de *M. aurantiaca* trouvées du sud se trouvent éparpillées dans des lots de forêts de transfert de gestion ou des sites d'exploitation forestière durable. Mais comparés à la situation de la zone nord, les forêts du sud se dégradent à un rythme moins élevé.

DISCUSSIONS

IV. DISCUSSIONS

IV.1. Variation de l'abondance

IV.1.1. Abondance par zone

Les habitats sont plus fragmentés et plus dégradés dans la zone Torotorofotsy d'après les observations. Etant donné que la fragmentation constitue une des menaces majeures de la disparition des amphibiens (Gascon et al. 2005), les fragments plus petits limitent la taille de la population. Il y a également les passages de feu : 68 points en 2006 pour la commune Andasibe et 316 points pour Ambohibary (CIRconscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme Moramanga 2008) qui dans la zone nord sont concentrés dans les forêts non protégées tandis qu'ils sont bien répartis pour la zone sud.

A part les paramètres biologiques, le climat est un facteur qui peut conditionner la présence/absence ainsi que l'abondance de l'espèce. L'abondance est plus élevée dans les sites du sud où la précipitation est plus faible mais concentrée sur 94 jours avec une température moyenne annuelle supérieure de 3°C par rapport à la zone Torotorofotsy. Inversement, les pluies réparties toute l'année (1683mm en 207jours) correspondent à des faibles valeurs de l'abondance. *M. aurantiaca* est une espèce terricole et ne s'approche des points d'eau que pour se reproduire (Ramilison 1997), mais sa reproduction est bien limitée dans le temps. On peut dire alors qu'ils ont besoin de la précipitation seulement aux périodes de reproduction et aux stades larvaires. Le temps de pluie continue peut aussi être un obstacle au développement de leurs proies. Enfin, dans la zone Torotorofotsy, la saison des pluies ne commence qu'en novembre, ce qui risque de retarder le cycle de développement.

IV.1.2. Abondance par sexe et par âge

Les juvéniles sont les moins abondants. En revanche, l'abondance des individus adultes est dominée par les femelles par rapport aux mâles. La proportion trouvée par les auteurs avoisine les 1/1 (Ramilison 1997; Blommers et al. 1991) mais peut atteindre 1/3 en post reproduction selon les conditions de l'habitat (Staniszewski 1998). Nos résultats penchent plutôt vers la proportion 1/1 malgré l'avantage des femelles.

IV.1.3. Abondance par niveau topographique

La raréfaction des juvéniles en allant des bas fonds vers les sommets vient effectivement de l'accomplissement de leur cycle de développement au cours de la montée. Entre l'arrivée de la pluie et celle de la saison estivale, les œufs se développent en 14 jours (Staniszewski 1998), ensuite les têtards deviennent juvéniles en 70 jours (Blommers et al. 1991) et atteignent l'âge adulte à 5 mois (Glaw & Vences 1994). La durée de l'ascension peut être modifiée en fonction de l'arrivée de la pluie pour la nouvelle génération. Les pluies arrivent en moyenne peu après mi septembre, ce qui laisse à l'animal 7

mois et demi avant la saison estivale. Les juvéniles ont alors largement le temps de se développer avant d'arriver aux sommets. Concernant l'abondance des mâles en bas fonds par rapport aux versants, l'explication n'est pas contestée par les résultats des autres recherches précédentes.

Cette étude de l'abondance par niveau topographique montre l'occupation de chaque niveau topographique par l'espèce à différents stades de sa vie. Il en sort que l'espèce utilise bien tous les niveaux pour accomplir son cycle de développement et que les pressions sur chaque niveau détruisent la population. La conservation de l'espèce implique alors de conserver intégralement l'ensemble bas fonds, versants, sommets.

IV.2. Abondance par période

Le passage du cyclone Ivan vers mi février a affecté distinctement le temps : une augmentation marquée de la précipitation à cause du temps de pluie continu. Cette situation a pu avoir des conséquences sur l'activité de l'espèce, ce qui explique l'augmentation de l'abondance (figure 11).

IV.3. Comparaison des deux méthodes de recherche

La méthode de comptage à durée déterminée est aussi efficace que celle des placettes. Vu qu'elle nécessite peu d'investissement en temps, en matériels et en mains d'œuvre, cette méthode est plus avantageuse. Le comptage à durée déterminée est applicable pour la détermination de l'abondance à moindre coûts et pour obtenir des résultats rapidement. Pour améliorer l'efficacité la méthode, on peut soit prolonger la durée soit effectuer une recherche systématiquement sur les niveaux topographiques.

IV.4. Relation entre l'abondance et les paramètres de l'habitat

En comparant les caractéristiques de l'habitat en fonction de la présence/absence, seuls le pH et l'ouverture de la canopée présentent des différences significatives. Ces différences reflètent l'état de dégradation des sites sans *M. aurantiaca* qui sont défrichés. Le pH des sites de ponte est conditionné par la végétation mais aussi par l'ensablement suite à l'érosion en amont et au lessivage. Pour l'épaisseur de la litière, les résultats trouvés sont de 11,93cm en moyenne avec un maxima de 23,17 cm. Pourtant, des ouvrages mentionnent une épaisseur de 40cm pour favoriser la chasse aux insectes (Henkel & Schmidt 1995).

Les facteurs limitant la présence de *M. aurantiaca*, d'après les résultats sont surtout le pH de l'eau des sites de ponte et les dimensions des sites de ponte, l'épaisseur de la litière et les caractéristiques de la couverture végétale des sites (hauteurs, diamètre et ouverture de la canopée). Auparavant ces facteurs n'ont pas encore été précisés, les informations se limitant au domaine d'appartenance des forêts, à la présence de *Pandanus* et aux limites altitudinales (Blommers et al. 1991; Glaw & Vences 1994). On peut donc utiliser ces limites de facteurs pour déterminer la distribution de *M. aurantiaca*. Cependant,

d'après la biologie des amphibiens, avec leur peau fine perméable (Blaustein 2002), leur existence est premièrement conditionnée par l'hygrométrie. Les paramètres relevés au cours de cette étude sont des facteurs déterminant l'hygrométrie dans les microhabitats mais ne donnent pas sa valeur. On peut seulement interpréter l'influence de chaque facteur sur la valeur de l'hygrométrie.

IV.5. Variation de la taille et du poids

La taille des individus observés est plus petite que celle trouvée par Ramilison (1997) qui est de 24 à 25 mm. Cependant, il a été découvert plus tard que les individus présents à Fiherenana sont d'une espèce différente de celle de la zone sud (Glaw & Vences 2007). Ainsi, la différence trouvée peut venir de la taille des *M. milotympanum* plus grande que les *M. aurantiaca*. Malgré cela, la valeur moyenne de la taille est comprise dans l'intervalle 18 à 31mm (Blommers et al. 1991). (cf annexe n°9).

Les valeurs de SVL de 24 -26 mm pour les femelles et de 20 – 22 mm pour les mâles (Staniszewski ,1998) comparées aux résultats présents ont été largement dépassées avec 14,6 mm pour les femelles et 12,1mm pour les mâles. Il est possible que les individus observés n'aient pas encore atteint l'âge adulte puisque le retard de la pluie a retardé également leur développement. Un autre facteur est l'habitat ou ses caractéristiques. Ce dernier est le plus probable puisque les valeurs inférieures de SVL sont enregistrées dans les sites très dégradés ou très petits.

IV.6. Connaissance des personnes sur l'espèce

Cette étude permet d'évaluer l'importance de la sensibilisation et d'envisager des possibilités de collaboration avec les écoles pour la recherche et pour l'éducation environnementale. Les connaissances sur l'espèce sont aussi importantes pour les prises de décisions puisque, à l'exemple de l'aménagement du terroir, l'occupation des bas fonds, des sommets et des versants par cette espèce doit être tenu en compte dans les sites. La destruction de l'un seul de ces trois niveaux porte préjudice à l'ensemble des individus d'un site, aussi, sa conservation induit la protection de cette unite.

IV.7. Efficacité des réglementations

Malgré le statut de « site Ramsar », les habitats de la zone Torotorofotsy sont très dégradés et les pressions sur les ressources ne sont pas contrôlées. En plus des paramètres de l'habitat enregistrés, les sites sont menacés d'une part la transformation des bas fonds environnants en rizière, et d'autre part le défrichement des versants. Jusqu'à maintenant, ce statut de conservation s'avère donc inefficace pour le cas des amphibiens qui ont besoin de sites de ponte et de forêts pour leur développement. Les sites du sud sont mieux conservés que ceux de Torotorofotsy malgré l'absence de considération particulière envers les amphibiens puisque les forêts sont incluses dans des transferts de gestion et dans les sites Koloala.

IV.8. Priorités pour la conservation

Les sites situés dans la zone de Torotorofotsy ont les abondances les moins élevées avec des habitats constitués de petits fragments très menacés par le feu et le tavy, mais le renforcement du système de contrôle des intrusions ou de la gestion du site garantit la conservation d'une population (Menalamba) en attendant un statut de conservation pour l'ensemble de la zone qui inclura les autres populations. Conserver les populations de cette zone n'est pourtant pas suffisant puisque les individus trouvés représentent seulement 4,60% (26 individus/565 pour le comptage 15mn) à 6,14% (38 individus/618 pour les placettes) de l'ensemble trouvé dans la zone d'étude. Le statut de site Ramsar est un atout pour la conservation dans cette zone mais sa protection ne représente qu'une partie de la conservation de *M. aurantiacasi* les populations ne sont pas apparentées et la population de petite taille sur des habitats dégradés laisse à désirer par rapport aux populations observées dans la zone Mangoro au sud.

Les 6 sites à grande valeur d'abondance identifiés se trouvent dans un bloc forestier qui subit quelques pressions mais qui représente encore un habitat potentiel pour intégrer la conservation des populations amphibiennes de la zone. En plus, la forêt présente une biodiversité élevée, avec la présence d'espèces de lémuriens tels que *Indri indri* et *Microcebus* spp (d'après les guides et l'observation). Cette situation est très favorable pour envisager la conservation de l'ensemble.

RECOMMENDATIONS

V. RECOMMANDATIONS

V.1. Recommandations méthodologiques

Les données ont été obtenues sur une période 50 jours, pendant cette période, le cycle de vie de *M. aurantiaca* continue son cours, ce qui porte un biais entre les données des sites travaillés à des moments distants. Pour obtenir des densités comparables pour chaque site, il serait judicieux de mettre une équipe sur chaque site ou du moins dans chaque zone. Ainsi les équipes exécutent les recherches à un moment où les animaux sont à un même stade de leur développement.

Les études présentes ont été menées sur une période d'activité des *M. aurantiaca*, correspondant à un stade avancé de leur cycle de développement. L'étude de l'espèce aux stades œufs et têtard est décrite comme fastidieuse par les auteurs (Heyer 1994). Mais il est quand même intéressant d'étudier les autres stades tels que le développement larvaire ou la reproduction pour avoir des informations évolutives de l'abondance au cours du cycle de développement. Cette étude permet également d'identifier les menaces ou des obstacles au développement d'une population.

Les données sur l'écologie ne sont pas exhaustives sans la mesure de l'hygrométrie puisque c'est un facteur primordial déterminant la vie des amphibiens. Actuellement, des appareils de mesure de l'hygrométrie existent et donnent directement sa valeur. Nous proposons de prioriser la mesure de ce paramètre dans toute recherche sur les amphibiens. En outre, la caractérisation des microhabitats ne suffit pas pour obtenir les caractéristiques de la forêt. La forêt est pourtant l'unité englobant les microhabitats et les pressions subies par la forêt sont liées à l'abondance de l'espèce. Pour cela, nous proposons de mener des inventaires des forêts sur les sites afin de connaître leurs caractéristiques structurales (espèce, hauteur, diamètre, nombre de strates, dominance, abondance, densité), avec une attention particulière dans la caractérisation de la litière (couverture, épaisseur, composition, niveau de décomposition) et de faire un inventaire des menaces pour pouvoir les identifier et les quantifier. Il en est de même pour la caractérisation de la végétation des sites de ponte : origine (anthropique ou naturelle), la profondeur avec les dimensions, la couverture végétale en pourcentage, la composition de la végétation et la végétation de la berge.

Au cours des traitements des données, un obstacle majeur a été l'absence de données climatologiques récentes, or avec les changements climatiques, les données sur trente ans datant de bien avant les quinze dernières peuvent ne plus refléter les conditions climatiques actuelles. Avec l'organisation des recherches, l'obtention des données pluviométriques n'a pas été possible mais on peut envisager à l'avenir de mettre en place un dispositif et une équipe de climatologie dans chaque site d'étude ou dans le site de suivi.

A propos des sites en dehors du district de Moramanga, une visite ou une évaluation rapide serait intéressant pour la continuation des études afin de déterminer les facteurs de la distribution de l'espèce. Il en est de même pour les limites sud de la zone d'étude. La découverte de la population à Andranomiditra, à l'ouest du fleuve Mangoro place le doute que la distribution de cette espèce peut aller au-delà du district jusqu'à Anosibe An'Ala.

V.2. Choix de sites potentiels

Six sites potentiels sont identifiés à partir des résultats d'abondance, à savoir Ampananona sud, Ampananona nord, Bejofo, Sahasarotra, Sahazora et Ambohimena. En effet, l'abondance enregistrée dans ces sites est de loin plus élevée que celles des autres sites. Il est remarqué que les sites à haute abondance se trouvent concentrés dans la zone sud. Trois possibilités se présentent quant à la procédure pour installer un système de conservation, il y a le transfert de gestion, la création d'une nouvelle aire protégée et l'intégration dans le corridor Ankeniheny Zahamena qui sera consacré nouvelle aire protégée. Dans le cadre de cette conservation, Madagasikara Voakajy peut appuyer la communauté dans la démarche à suivre pour la mise en place d'une aire protégée incluant les sites de *M. aurantiaca* et priorisant cette espèce.

V.3. Plan de conservation de la zone sud reliée au bassin versant du Mangoro

Pour concrétiser la conservation de *M. aurantiaca*, voici un cadre logique de plan de conservation élaboré à partir des axes suivants :

- Protection de l'espèce et de son habitat,
- Valorisation de la ressource,
- Sensibilisation et éducation environnementale,
- Appui au développement humain.

La protection de l'espèce et de son habitat consiste à mettre en place un statut de conservation par le biais d'une aire protégée et par la restauration des habitats dégradés. Cette situation permet d'avoir un mode de gestion des ressources, des risques et des avantages. La valorisation de la ressource concerne la mise en place d'un système de certification de l'origine des produits, système qui vient après la mise en marche de la gestion des sites. Ce système permet de considérer l'abondance et son évolution pour les sites protégés. La sensibilisation et l'éducation environnementale vise à impliquer le plus de monde possible dans la conservation en apprenant à chacun son rôle et en responsabilisant les parties prenantes en faveur de la préservation des ressources et de l'avancée des recherches scientifiques. Enfin, la conservation nécessite des concessions surtout de la part des communautés locales qui seront privées de leur droit d'usage coutumier, c'est pour cela que des activités de considération particulière des moyens d'existence doivent être entreprises pour assurer la durabilité des effets escomptés de la conservation.

Axe1 : Conservation de l'espèce et de l'habitat : création d'une aire protégée

Activités	Sous activité	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Mise en place d'un système de gestion	Délimitation de l'ensemble des fragments abritant les sites	Court terme	MaVoa, ACCE	Carte des sites	Limites des fragments
	Indentification des personnes impliquées dans la gestion des sites : propriétaires, usufruitiers, occupants illégaux	Court terme	MaVoa, ACCE, CIREEFT	Liste des propriétaires fonciers et des occupants légaux ou illicites des sites intéressants	Accord de tous pour la conservation
	Concertation avec les autorités, les communautés, les privés	Court terme	MaVoa, communauté intéressée, CIREEFT	Réunion des parties prenantes	Accord des autorités et règlement des éventuels conflits d'intérêts
	Consultation locale et négociations	Court terme	MaVoa, ACCE, CIREEF	Procès verbaux	Collaboration des communautés locales pour la gestion
	Délimitation définitive, inventaire des ressources et zonage	Court terme	MaVoa, ACCE	Cartes définitives	Limites de l'aire protégée
	Création de comité de gestion	Court terme	Communauté locale, MaVoa, ACCE	Membres du comité de gestion	Existence d'institution légale gestionnaire
	Renforcement de capacité pour les gestionnaires	Court terme	MaVoa	Ateliers, formations	Autonomie des communautés locales pour la gestion des ressources et pour la conduite des activités de recherche

Axe 1 (suite) : Conservation de l'espèce et de l'habitat

Activité	Sous activité	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Restauration des habitats dégradés	Recherche de financement	Court terme	MaVoa	Proposition de projet aux bailleurs de fonds	Dossiers de demande de financement
	Délimitation des aires de restauration	Court terme	MaVoa, ACCE, CIREEFT	Etablissement de carte, relevé de points GPS	Estimation de l'investissement
	Accords avec les communautés locales	Court terme	MaVoa, bailleurs, CIREEFT	Procès verbaux, rapports de réunion	Coopération des communautés, offre de main d'oeuvre
	Travaux de pépinière	Court terme, moyen terme	MaVoa, communauté locale, ONGs	Graines, terrain, personnel prêts	Pépinière en place
	Reboisement, plantation	Court terme, long terme	MaVoa, communauté locale, ONGs	Surface restaurée (reboisée)	Repeuplement des habitats abandonnés
	Suivi et entretien	Court terme, long terme	MaVoa, communauté locale	Regarnissage, correction et amélioration des techniques	Rapports, travaux effectués sur terrain
Continuation des recherches sur les populations	Suivi des populations identifiées et repérées				

Axe 1 (suite) : Conservation de l'espèce et de l'habitat

Activité	Sous activité	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Continuation des recherches sur les populations	Suivi des populations identifiées et repérées	Court terme	MaVoa	Rapports de suivi, spécimens collectés	Etat de connaissance à jour sur l'abondance des populations identifiées
	Recherches d'autres populations à l'intérieur du district	Court terme	MaVoa	Nouvelles ou aucune population(s) trouvée(s), spécimens collectés	Précision des informations obtenues et avancement des recherches déjà effectuées
	Recherche d'autres populations en dehors des limites du district	Court terme	MaVoa	Nouvelles ou aucune population(s) trouvée(s), spécimens collectés	Nouvelle délimitation des aires de répartition de l'espèce
	Vérification de l'existence de populations à Ambositra et Ankaratra	Court terme, moyen terme	MaVoa	Spécimens collectés	Nouvelle délimitation des aires de répartition de l'espèce
	Collaboration avec les populations locales et renforcement de capacité	Court terme, long terme	MaVoa, communautés de base	Augmentation du niveau de connaissance sur la conservation de l'espèce	Participation des communautés dans les recherches

Axe 2 : Valorisation durable de la ressource

Activité	Sous activités	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Valorisation indirecte non extractive	Collecter des fonds pour la conservation in situ	Moyen terme à long terme	MaVoa, communauté locale, CIREFT	Contact entre les gestionnaires de sites et les admirateurs de <i>M. aurantiaca</i>	Partenariat entre la communauté gestionnaire et les importateurs ou les privées en accord avec la conservation
	Lancer l'écotourisme avec <i>M. aurantiaca</i> comme espèce phare	Long terme	Communauté locale, MaVoa, ACCE	Médiatisation de l'animal : prospectus, brochures, planches pour écoliers	Augmentation de visiteurs et de rentrées monétaires
	Amener les anciens opérateurs à appuyer la restauration des habitats et l'amélioration de la gestion locale de la ressource	Moyen terme	MaVoa	Formations, dons en nature, visites, appui pour la collecte de fonds	Combinaison de la valorisation avec la préservation

L'échéance pour les activités est dite à court termes pour ceux à exécuter dans un délai de moins d'un an (cette année), à moyen terme pour ceux de un an à trois ans et à long termes pour ceux de plus de trois ans.

Axe 2 (suite) : Valorisation durable de la ressource

Activité	Sous activités	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Valorisation par le commerce durable de la ressource	Rapprochement du système de contrôle de la chasse : comité local	Long terme	Cantonement, CIREFT, CITES	Formation d'un comité local de contrôle	Contrôle de la chasse au niveau local
	Mise en contact direct des opérateurs avec les gestionnaires du site	Moyen terme	Autorités scientifiques, organe de gestion CITES	Absence d'intermédiaires, contrats de vente entre gestionnaires et exportateurs	Augmentation du prix au producteur, retombées sur la communauté
	Limitation de l'octroi de permis de chasse aux localités dont la gestion des ressources est efficace	Moyen terme	Autorités scientifiques, organe de gestion CITES	Certificat de résidence lors de la demande de permis de chasse, autorisation de chasse précisant l'espèce à collecter, un permis par espèce	Limitation de l'exploitation illicite pratiquée par des intrus à la communauté de gestion
	Certification de l'origine des produits : mentionner le lieu de collecte	Long terme	Autorités scientifiques, organe de gestion CITES	Visa du comité de gestion sur le permis d'exportation	Contrôle de la reconstitution de la population, évaluation de l'impact de la collecte
	Faire des suivis de la population pour évaluer le stock	Long terme	MaVoa, autorités scientifiques de la CITES	Rapports de suivi	Ajuster le quota attribué
	Augmentation du prix sur le marché international : restreindre le quota	Long terme	Autorité scientifique de la CITES, opérateurs	Prix des individus sur le marché	Augmenter les retombées monétaires sur la localité
	Contrôler le prix au producteur avec la certification		MEEFT, CITES	Prix au producteur	Contrôler le marché à partir du producteur

Axe 3 : Sensibilisation et éducation environnementale

Activité	Sous activités	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Sensibilisation et éducation environnementale	Faire connaître l'espèce au niveau scolaire : planches, calendriers, jeux et animations	Court terme	MaVoa, ACCE, communauté intéressée	Supports didactiques en place	Faire connaître la valeur de la ressource à tout public
	Médiatiser les événements pour faire connaître l'espèce phare	Court terme	MaVoa, communauté intéressée, CIREFT	Présence de journalistes aux séances de restitution de travaux, ateliers	
	Faire participer les populations locales aux recherches : guidage, suivi, recherche de nouveaux sites, surveillance des feux	Court terme	MaVoa	Guides locaux, suivis confiés aux comités locaux	Responsabilisation et AGR pour les jeunes

Axe 4 : Appui au développement humain

Activité	Sous activités	Echéance	Responsabilité	Indicateurs	Résultats attendus
Appui au développement humain	Mettre en place des infrastructures en contrepartie des concessions des communautés pour la conservation : construction d'écoles, de route, de ponts	Long terme	MaVoa, ACCE	Infrastructures en place	Aide à l'épanouissement des communautés
	Appui technique pour l'intensification agricole, le développement d'autres AGR	Moyen terme	MaVoa, GIRAGRI, ADRA	Formation, vitrine, concours	Augmentation de la productivité agricole

CONCLUSION

VI. CONCLUSION

M. aurantiaca est une espèce gravement menacée qui ne se trouve pas dans une aire protégée. Il reste encore un espoir d'en sauver des populations pour éviter son extinction à l'état sauvage, c'est pour cela, que des informations sur l'état actuel des populations sont utiles. Les recherches sur cette espèce ont été conduites par différents chercheurs dans des sites diversifiés, aucune étude ne concerne l'ensemble des sites de répartition. Pour envisager la conservation, le choix de site potentiel requiert des données les plus complètes possibles. Cette étude s'est fixé pour objectif de déterminer des sites prioritaires pour la conservation de *M. aurantiaca* dans le district de Moramanga.

Les recherches sur *M. aurantiaca* effectuées consistaient à identifier des sites prioritaires pour la conservation. Pour ce faire, l'évaluation de l'abondance de la population actuelle de *M. aurantiaca*, et le relevé des caractéristiques de l'habitat ont été faits. L'étude a permis en même temps de tester l'efficacité de la méthode de comptage à durée déterminée pour évaluer l'abondance. Le relevé des caractéristiques morphométriques et la collection de spécimens ont aussi été faits pour enrichir les données sur cette espèce, enfin une étude socioéconomique basée sur la MARP et une enquête par questionnaire a abouti aux pressions et menaces sur les habitats ainsi qu'aux résultats sur la connaissance de l'espèce par la population et par les écoliers.

Cette étude a montré les différences d'abondance entre les juvéniles, les mâles et les femelles, avec une densité plus élevée des juvéniles sur les bas fonds. Il y a également la comparaison de l'abondance par niveau topographique qui montre qu'il n'y a pas de différence significative. La zone autour du bassin versant de Torotorofotsy montre des valeurs d'abondance très faibles par rapport à celles de la zone sud autour du bassin versant liée au fleuve Mangoro. Les résultats d'abondance ont été affectés par les pluies occasionnées par le passage du cyclone Ivan en mi février, ce qui a augmenté les valeurs observées due au changement de l'activité des grenouilles.

L'étude morphométrique montre une différence significative entre la taille des mâles et des femelles. Il y a aussi une différence de poids telle que celui des femelles plus grand que celui des mâles. Les caractéristiques de l'habitat, notamment le pH et l'ouverture de la canopée distinguent les sites de présence et d'absence et peuvent constituer des facteurs limitant pour la distribution ou l'abondance. Les résultats comportent également les caractéristiques morphologiques des populations de *M. aurantiaca* dans les vingt et un sites de la région, ce qui est une première étant donné que les références concernent souvent des sites limités. Enfin, au total 618 individus ont été aperçus lors de cette étude dont tout au plus 6,15% se trouvent dans le site Ramsar et peut bénéficier d'un statut de conservation avec celle de ce bassin versant.

Les sites et les populations subissent des pressions liées aux activités humaines et au mode de gestion des zones. Par rapport à la deuxième hypothèse de départ, les pressions et menaces enregistrés

sont toujours liées à la population humaine. Ainsi, les communautés locales constituent un facteur influant sur la pérennité de ces ressources.

A la fin de cette étude, un plan de conservation est proposé pour des sites potentiels identifiés dans le bassin versant relié au Mangoro, situé dans la partie sud de Moramanga. Les sites présentent une abondance très élevée par rapport à ceux de la zone de Torotorofotsy et les habitats sont compris dans un bloc forestier moins dégradé que les fragments de la zone nord, d'où les populations méritent d'être sauvegardées. La réussite de ce plan aboutit aux premières aires protégées avec la présence de *M. aurantiaca* comme espèce phare. une possibilité pour la conservation de ce bloc est la mise en place d'une aire protégée. Quatre axes stratégiques pour la conservation ont aussi été identifiés lors de cette étude qui sont la protection de l'espèce et de son habitat, par la mise en place d'une aire protégée, la valorisation durable et équitable de la ressource par la reconsidération de la filière et par la mise en place d'un système de contrôle tel que la certification, la sensibilisation et l'éducation environnementale, et l'appui au développement humain pour réduire la dépendance vis-à-vis des ressources forestières et des activités qui constituent une menace pour la population amphibienne.

Cette étude a permis de voir la situation globale des populations amphibiennes du district de Moramanga, où des populations sont connues. Pour avoir une certitude, des recherches d'autres populations au-delà des limites de la présente étude sont intéressantes. Il y a aussi la génétique pour déterminer le lien entre les populations réparties dans deux zones éloignées telles que Torotorofotsy et Mangabe. En parallèle avec la continuation des études, l'obtention de statut de conservation pour les populations connues est assurée pour Torotorofotsy avec la coopération de la CIREEFT et du projet Ambatovy, pour la zone Mangoro, la priorité actuelle est la mise en place d'une aire protégée.

REFERENCES

REFERENCES

- Achard F., Eva H.D., Stibig H.J., Mayaux P., Gallego J., Richards T. & Malingreau J.P. (2002) Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297 (5583): 999–1002.
- Andreone F. & Randriamahazo H. (2006) Rapport sur l'atelier de validation plan d'action « sahona gasy », MEEF, Conservation International.
- Andreone F. (1996) Seasonal variations of the amphibian communities in two rainforests of Madagascar. Dans: *Biogéographie de Madagascar*, Orstom Paris, pp 397-402.
- Andreone F., Bungard M. & Freeman K. (2007) Amphibiens menacés de Madagascar. Rivoli, Torino.
- Andreone F., Carpenter A.I., Cox N., Du Preez L., Freeman K., Furrer S., Garcia G., Glaw F., Glos J., Knox D., Köhler J., Mendelson III J.R., Mercurio V., Mittermeier R. A., Moore R. D., Rabibisoa N. H. C., Randriamahazo H., Randrianasolo H., Raminosoa N. R., Ramilijaona O. R., Raxworthy C. J., Vallan D., Vences M., Vieites D. R., Weldon C. (2008) The Challenge of Conserving Amphibian Megadiversity in Madagascar, *PLoS Biol* 6(5): 118.
- Angel F. (1947) *Vie et mœurs des amphibiens*. Paris, France.
- Baillie J. E.M., Taylor C. H. & Stuart S. N. (2004) A Global Species Assessment. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. The IUCN Species Survival Commission, Cambridge, UK. <http://www.iucnredlist.org> consulté le 31 mars 2008.
- BEC- Réseau national traditionnel Alaotra Mangoro (2008) Plan communal de développement-commune rurale Andasibe.
- Behra O., Rabemananjara F., Rabibisoa N., Ramilison O., Ravoninjatovo A. (1995) Etude de la répartition et du niveau de la population de deux espèces amphibiens de Madagascar (*Mantella aurantiaca* et *Mantella crocea*, sous famille MANTELLINAE, Laurent, 1946). Rapport non publié, BIODÉV, Antananarivo, Madagascar.
- Bennun L., Davies G., Howell K., Newing H., Linkie M. (2004) La biodiversité des forêts d'Afrique-Manuel pratique de recensement des vertébrés.
- Besairie H. (1960) Etude géologique du 1/100000 et prospection des feuilles Moramanga-Lakato. Rapport annuel du service géologique. Rapport non publié, Service de la géologie et des mines, Antananarivo, Madagascar.
- BIODÉV (2005) Evaluation des sites écotouristiques-Axe Mangoro-Anosibe An'ala. Rapport non publié, Madagascar.
- Blanc C. P. & Blommers R. M. A. (1987) Amphibiens *Dans Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar* Mittermeier R. A., Rakotavao L. H., Randrianasolo V., Sterling E. J., Devitre D. (1987), Document occasionnel de la Commission de la Sauvegarde des Espèces (SSC) n°2, Antananarivo, Madagascar.
- Blaustein A. R., Wake D. B. (2002) Declining Amphibian Populations - A Global Phenomenon. *Trends in Ecology & Evolution* 5:203-204. <http://archimede.bibl.ulaval.ca> consulté le 26 mars 2008.

- Blommers, Schlossers, Blanc (1991) Amphibiens. Faune de Madagascar 75 (1), Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, pp 263-274.
- Blommers, Schlossers, Blanc (1993) Amphibiens, Faune de Madagascar 75 (2), Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, pp 385-397.
- Chiari Y., M. Vences, D. R. Vieites, F. Rabemananjara, P. Bora, O. Ramilijaona Ravoahangimalala & A. Meyer (2004) New evidence for parallel evolution of colour patterns in Malagasy poison frogs (Mantella). *Molecular Ecology* (2004) 13, 3763–3774.
- CIRconscription de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme Moramanga (2008) Document de données sur CIREEF, rapport partiel non publié, Moramanga, Madagascar.
- Clark V.C., Raxworthy C. J., Rakotomalala V., Sierwald P., Fisher B. L. (2005) Convergent evolution of chemical defence in poison frogs and arthropod prey between Madagascar and the Neotropics, *PNAS*, Cornell University, Ithaca, NY.
- Commune rurale Ambohibary (2005) Plan communal de développement.
- Fisher R. J., Maginnis S., Jackson W.J., Barrow E. & S. Jeanrenaud (2005). *Poverty and Conservation: Landscapes, People and Power*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Food and Agriculture Organization (2003) La collecte et l'analyse des données statistiques sur les produits forestiers non ligneux une étude pilote à Madagascar. (Eds. Abraham A., Rabakonandrianina Raharimaniraka L.N., Rakotondrabendra V., Ramilijaona O.) Département des forêts, Programme produits forestiers non ligneux, Document de travail FOPP/03/1, Rome, Italie.
- Food and Agriculture Organization (2006) The new generation of watershed management programs and projects. FAO forestry paper 150, Rome, Italy.
- Gascon C., Collins J. P., Moore R. D., Church D. R., McKay J. E. & Mendelson III J. R. (2005) Amphibian Conservation Action Plan, rapport sur l'Amphibian Conservation Summit, IUCN/SSC, Washington DC.
- Glaw F. & M. Vences, (1994) *A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar*, second edition, Vences et Glaw Verlag, Cologne.
- Glaw F. & M. Vences, (2007) *A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar*, third edition, Vences & Glaw Verlag, Cologne.
- Glos J., Knox D., Köhler J., Mendelson III J. R., Mercurio V., Mittermeier R. A., Moore R. D., Rabibisoa N. H. C., Randriamahazo H., Randrianasolo H., Raminosoa N. R., Ramilijaona O. R., Raxworthy C. J., Vallan D., Vences M., Vieites D. R., Weldon C. (2008) The Challenge of Conserving Amphibian Megadiversity in Madagascar. *Plos biology* 6(5):118.
- Gueye B. & Freudenberg K. S. (1991) *Introduction à la méthode accélérée de recherche participative (MARP), Rapid Rural Assessment, quelques notions pour appuyer une information pratique*. Rapport non publié, International Institute for Environment and Development, Argentine.
- Harper G. J., M. K. Steininger, C. J. Tucker, D. Juhn & F. Hawkins (2007) Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation* 34 (4): 1–9

- Henkel F. & W. Schmidt (1995) Amphibians and Reptiles of Madagascar and the Mascarene, Seychelles and Comoro Islands. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- Heyer W. R., Donnelly M. A., Mc Diarmid R. W., Hayek L-A., C. & Foster M. S. (1994) Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians, the Smithsonian Institution press, Washington & London.
- International Union for the Conservation of Nature (1994) IUCN Red List Categories. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, UK.
- International Union for the Conservation of Nature (2001) IUCN Red List Categories and Criteria: version 3.1. IUCN, Gland and Cambridge, UK.
- International Union for the Conservation of Nature (2003) Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge, UK.
- Lovejoy T.E. (1997) Biodiversity: what is it? Dans: *Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources* (eds Reaka-Kudla M.L., D.E. Wilson & E.O. Wilson) pp. 7–14. Washington DC, USA.
- Marsh D. M. & P. C. Trenham (2001) Metapopulation dynamics and amphibian conservation, *Conservation Biology* 15:40-49.
- Mayaux P., Holmgren P., Achard F., Eva H., Stibig H. J. & Branthomme A. (2005) Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 360(1454): 373–384.
- Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (2004) Rapport national à la cinquième session du forum des nations unies sur les forêts à Madagascar, Rapport non publié, Antananarivo, Madagascar.
- Mittermeier, R.A., Robles Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Goettsch Mittermeier, C., Lamoureux, J., Da Fonseca, G.A.B. (2004) *Hotspots revisited*. Mexico City. CIMEX.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772): 853–858.
- Office National pour l'Environnement & Ministère de l'environnement (1997) Environnement à Madagascar, politique, plan d'action, programme, Antananarivo, Madagascar.
- Office National pour l'Environnement (2006) document diagnostic régional Alaotra Mangoro.
- Office National pour l'Environnement-Département des Informations Environnementales (DIE) & Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts. (2005) Tableau de Bord Environnemental du Mangoro. <http://www.pnae.mg>
- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (2003) *La collecte et l'analyse des données statistiques sur les produits forestiers non ligneux une étude pilote à Madagascar*. Département des forêts-programme produits forestiers non ligneux, Rome, Italie.

- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (2006) Evaluation des ressources forestières mondiales 2005 - Progrès vers la gestion forestière durable. Etudes FAO Forêts 147, Rome, Italie.
- Pounds J.A., Fogden M.P.L. & Campbell J.H. (1999) Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611–615. Dans *A global species assessment* (Eds. Baillie J. E.M., Hilton-Taylor C. & Stuart N.S.) 2004, 2004 IUCN Red List of Threatened Species, The IUCN Species Survival Commission, Cambridge, UK.
- Primack B. R. & Ratsirarson J. (2005) *Principe de base de la conservation de la biodiversité*, Antananarivo, Madagascar.
- Rabemananjara F. C. E., Raminosoa N. R., Ramilijaona O. R., Andreone F., Bora P., Carpenter A. I., Glaw F., Razafindrabe T., Vallan D., Vieites D. R. & Vences M. 2008. Malagasy poison frogs in the pet trade: a survey of levels of exploitation of species in the genus *Mantella*. in press. Dans *A conservation strategy for the amphibians of Madagascar*. Andreone F. & Randriamahazo H. (eds). Pp. Museo Regionale di Scienze di Torino, Torino.
- Ramanamanjato J.B., Raselimanana A. & Behra, O. (1994) Etude de la répartition et des niveaux de population de certaines espèces animales malagasy couramment collectés pour l'exportation, Rapport final, TRADEM IIa : USAID/BIODEV.
- Ramilison O. (1997) Contribution à l'étude d'une espèce amphibienne *Mantella aurantiaca* Mocquard, 1900 (Anoures, Mantellidae): étude taxonomique, biologique et écologique dans la région de Moramanga, mémoire de DEA, département Ecologie-Environnement, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
- Randriamboavonjy J C. (1996) Les principaux pédopaysages à Madagascar. Manuel forestier n°2 1997, Manuel d'examen du profil pédologique. ESSA-département des Eaux et Forêts Antananarivo, Madagascar.
- Schmid, J. & L.E. Alonso (eds). (2005) Une évaluation biologique rapide du corridor Mantadia-Zahamena à Madagascar. Bulletin RAP d'Evaluation Rapide 32. Conservation International. Washington, DC.
- Stanisewski, M. (1998) The Golden Mantella Handbook. Neurergus Books, Kidderminster, UK.
- Staniszewski, M. (2001) Mantellas. Chaimaira Buchhandelsgesellschaft mbH.
- Staniszewski.(1997). The proper classification of Mantellas. Reptilian Magazine, 5(5): 7-10.
- Thomas C.D., Cameron A., Green R.E., Bakkenes M., Beaumont L.J., Collingham Y.C., Erasmus B.F.N., Ferreira de Siqueira M.F., Grainger A., Hannah L., Hughes L., Huntley B., van Jaarsveld A.S., Midgley G.F., Miles L., Ortega-Huerta, Peterson A.T., Phillips O.L. & Williams S.E. (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145–148. Dans *A global species assessment* (Eds. Baillie J. E.M., Hilton-Taylor C. & Stuart N.S.) 2004, 2004 IUCN Red List of Threatened Species, the IUCN Species Survival Commission, Cambridge, UK.
- United Nations (2007) The Millennium Development Goals Report. New York.

- Vallan D. (2000) Consequences of rain forest fragmentation for herpetofauna: a case study from Ambohitantely. Dans: *The Natural History of Madagascar* 2004 (eds Goodman S. & Benstead J.) The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Vences M. & Raxworthy C. (2004) *Mantella aurantiaca*. Dans IUCN (2007) *2007 IUCN Red List of Threatened Species*. <www.iucnredlist.org>. téléchargé le 08 Janvier 2008.
- Woodhead C., Vences M., Vieites D., Gamboni I., Fisher B. L., & Griffiths R. A. (2007) Specialist or generalist? Feeding ecology of the Malagasy poison frog *Mantella aurantiaca*, *Herpetological journal* 17: 225-236.
- Zimmerman H. & Hetz S. (1992) Vorläufige Bestandsaufnahme und Kartierung des gefährdeten Goldfröschen, *Mantella aurantiaca*, im tropischen Regenwald Ost-Madagaskars.
- Zimmermann H. (1996) On the origin of malagasy *Mantella*. Dans: *Biogeographie de Madagascar* (1996) eds. Lourenco W. R., Actes du colloque international Biogeographie de Madagascar, Orstom Paris, pp 385-396.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1: Questionnaire

Date :

Commune :

Village :

Fokontany :

Hameau :

* fahafantarana moba ny *Mantella aurantiaca* :

1 : efa nahita

3 : mahafantatra

2 : efa nahare feo

4 : tsy mahafantatra

N°	Sexe	Taona	Asa	Fonenana	*Fahafantarana ny <i>M.aur</i> (1,2,3,4)	Fanamarihana (toerana nahitana <i>M.aur</i>)

Annexe 2: Guide d'enquête

- Démographie : Effectif de la population, migration, composition ethnique, infrastructures existantes (santé, communication, éducation)
- Secteurs de production : modes d'exploitation des terres, principales activités économiques
- Principales utilisations des ressources naturelles : sol, eau, terre, forêt
- Différents types de pouvoirs existant
- Différentes réglementations et organisations sociales : associations, DINA, tabous
- Types de gestion des ressources naturelles
- Perspectives pour le développement : atouts et contraintes

Annexe 3: Fiche de relevé des comptages à durée déterminée

<u>Date</u>	
<u>Site</u>	
<u>Durée</u>	
<u>Nombre d'intervenants</u>	
<u>Résultats</u>	

Annexe 4 : Fiche de relevé des paramètres morphométriques

Date	Site	Sexe	SVL (mm)	Poids (g)	Observations

Annexe 5: Fiche de relevé pour la méthode des placettes

<u>Date</u> <u>Site</u> <u>Altitude</u> <u>Site de ponte :</u> <u>pH :</u> <u>L :</u> <u>l :</u> <u>Niveau</u> (bas fond, versant, sommet)					
N (table)	N1	N2	N3	N4	N5
Juvéniles (n)					
Mâles(n)					
Femelles (n)					
Durée (s)					
Température (°c)					
Souche (n)					
Log (n)					
Big (n)					
Big (d)					
Big (h)					
Large (n)					
Large (d)					
Large (h)					
Small (n)					
Litière (cm)					
Canopée (%)					
<i>Pandanus</i> spp.(n)					
Observations					

Annexe 6 : Classification des sols dans la région Alaotra Mangoro

« le domaine alluvial et colluvial »

Unités physiques	Types de sols	Surface (km ²)	% du milieu
Bas-fond	Sols minéraux argileux, hydromorphes	532	20%
Alluvions « baiboho »	Sols limoneux argileux	53,2	2%
Montagne de faible pente	Sols ferralitiques de couleur jaune et rouge	1064	40%
Montagne de forte pente	Sols ferrugineux tropical	1010,8	38%

« le domaine alluvial sédimentaire »

Unités physiques	Types de sols	Surface (km2)	% du milieu
Plateaux argileux peu érodés	Sols ferralitiques, sols limoneux jaunes ou bruns	319,20	12%
Plateaux basaltiques peu érodés	Sols ferrugineux brun-rouges ou rouges	611,80	23%
Plateaux gréseux peu érodés	Sols sableux rouges à faciès humifère	532	17%
Colline gréseuse peu érodée	Sable roux	452,20	17%
Gracis d'épandage	Sol ferrugineux rouge ou jaune	13,30	5%
Dépression schisto argilo-marneuse	Sols minéraux bruts et vertisol	345,80	13%
Plaines côtières	Sols ferrugineux rouges ou jaunes à faciès humifère local	266	10%

Annexe 7: Restrictions de la CITES concernant les spécimens couverts par l'Annexe II

- Un permis d'exportation ou un certificat de réexportation délivré par l'organe de gestion du pays d'exportation ou de réexportation est requis.
- Le permis d'exportation n'est délivré que si le spécimen a été obtenu légalement et si l'exportation ne nuit pas à la survie de l'espèce.
- Le certificat de réexportation n'est délivré que si le spécimen a été importé conformément aux dispositions de la Convention.
- Les plantes et les animaux vivants doivent être mis en état et transportés de façon à éviter les risques de blessures, de maladies ou de traitement rigoureux.
- Un permis d'importation n'est pas nécessaire sauf s'il est requis par la loi nationale.

Annexe 8: Réglementations relatives à l'environnement et à la conservation concernant le district de Moramanga

► Sur les feux

- Ordonnance n° 76-030 édictant des mesures exceptionnelles pour la poursuite des auteurs de feux sauvages, infractions prévus par l'ordonnance modifiée n° 60-127 du 03 octobre 1960.
- Ordonnance n°76/030 du 21 août 1976 fixant les amendes des auteurs de feux sauvages à 6000Ar et à 6 mois à 3 ans d'emprisonnement.
- Arrêté n° 82/313 du 19 juillet 1982 définissant les mesures concernant les feux de pâturage
- Arrêté n° 087/143 du 28 avril 1987 définissant les pare-feu à 10 m de largeur et l'interdiction de feux de pâturages sans autorisation délivrée par la CIREEF et PDS Fivondronana.
- Décret n° 2002-793 du 07 août 2002 définissant les mesures incitatives à la prévention et à l'éradication des feux de brousse.
- Arrêté provincial n° 37/MIRA/DS/PA/TOA en date du 04 novembre 2003 fixant les interdictions, alternatives et sanctions relatives à la pratique des feux de brousse et de végétation.

Des activités de lutte contre les feux existent, consistant à récompenser les communes où il n'y a pas de point de feu enregistré.

► Sur l'exploitation forestière et l'aménagement forestier

- Arrêté n° 12 702/2000 en date du 20 novembre 2000 portant suspension d'instruction de dossier de demande de délivrance de permis d'exploitation et de permis de coupe à titre onéreux.

- Avis au public n°MINENVEF/SG/DGEF/DPB/SCBLF/GFF en date du 23 mai 2003 portant sur la suspension de délivrance d'autorisation, ou de permis d'exploitation forestière, de drainage, d'aménagement et d'appropriation de terrain autour du marais de Torotorofotsy ainsi que les forêts avoisinantes.
- Arrêté Provincial n° 054-2004/ MIRA/DS/PA/TOA/SCCE en date du 25 mars 2004 portant création d'une plate-forme de gestion du corridor forestier ZAHAMENA- ANKENIHENY.
- La note ministérielle n°02/08/MEEFT/SG/DGEEF/DVRN portant sur l'annulation de tous les permis d'exploitation forestière de gré à gré et les autorisations d'exploiter dans le cadre de transfert de gestion sur tout le territoire national. La suspension des permis de coupe est appliquée depuis le 11 janvier 2008.

► Sur les dina et les us favorisant la conservation

Dans aucun site, il n'a été mentionné l'existence d'un tabou ni d'un dina favorisant ou lésant la conservation des amphibiens. Dans la zone Analabe Ambakoana, un processus de mise en place de Dina sur la conservation des chiroptères est lancé. Les zones de transfert de gestion sont également régies par des dina, sous contrôle des entités de gestion mises en place par les COBA. Malheureusement, les dina ne contiennent pas de dispositions particulières sur les espèces faunistiques en particulier sauf sur la chasse aux animaux protégés par la loi. Elle est interdite dans les zones de transfert et la responsabilité en est confiée à la COBA. Mais les chasseurs affirment que le contrôle n'est pas rigoureux quant aux pénétrations dans les lots de forêts en vue de chasser. Notons que les habitats de *Mantella aurantiaca* à Ampahitra, Amboaloboka et Ranomena sont des forêts incluses dans des lots transférés à des COBA.

Annexe 9 : Taille et Poids moyens par site et maximum et minimum de *M. aurantiaca*

Poids et tailles minima et maxima

	SVL min	SVL max	Poids min	Poids max
Total	12,1	25,98	3,5	17
F	14,6	25,98	6	17
M	12,1	25,6	3,5	15

Moyennes de poids et de taille par site

Site	N	SVL \pm ES (mm)	Poids \pm ES (g)
Amboaloboka	7	22 \pm 1,01	10,71 \pm 0,10
Ambohimena	6	22,13 \pm 0,92	9,33 \pm 0,10
Ampananona	10	21,69 \pm 0,83	11,2 \pm 0,13
Andasindrainidonaka	6	19,38 \pm 0,28	6,17 \pm 0,05
Andohanibeanana	8	20,94 \pm 0,23	8,5 \pm 0,42
Andranomena	9	20,89 \pm 1,18	8,56 \pm 0,14
Andranomiditra	6	19,27 \pm 0,65	7,33 \pm 0,95
Andranonahofa	10	21,4 \pm 0,96	10,6 \pm 0,10
Ankaraobe	3	21,11 \pm 2,40	10 \pm 0,35
Antanvindambo	5	20,50 \pm 0,53	7,4 \pm 0,10
Antsampandrano	3	20,23 \pm 0,92	6,5 \pm 0,02
Bekalalao	6	20,16 \pm 1,99	9,08 \pm 0,17
Berohy	5	21,62 \pm 0,61	8 \pm 0,45
Fatakana	3	17,6 \pm 0,32	6,3 \pm 0,03
Menalamba	5	18,16 \pm 1,10	5,5 \pm 0,10
Sahasarotra	10	20,29 \pm 0,05	7,9 \pm 0,03

ES : erreur standard

Annexe 10 : Connaissance de *M. aurantiaca* par la population (pourcentages)

Connaissance	Déjà vu des individus		Déjà entendu des cris		Déjà entendu parler		Jamais entendu parler		Totaux	
Menalamba	49	47,57%	2	1,94%	31	30,10%	15	14,56%	97	100%
Andasibe	17	16,50%	4	3,88%	36	34,95%	46	44,66%	103	100%
Moramanga	6	5,83%	0	0%	9	8,74%	78	75,73%	93	100%
Antananarivo	0	0%	0	0%	3	2,73%	107	97,27%	110	100%

Annexe 11 : Liste et distribution des espèces appartenant au genre *Mantella*

Noms	Distribution
<i>M. betsileo</i>	Kirindy
<i>M. ebenauti</i>	Nosy Faly
<i>M. expectata</i>	Pas d'information précise
<i>M. viridis</i>	Montagne des Français
<i>M. manery</i>	Marojejy
<i>M. laevigata</i>	Marojejy
<i>M. bernhardi</i>	Mangevo, PN Ranomafana
<i>M. baroni</i>	Près de Vohiparara, PN Ranomafana
<i>M. cowani</i>	Antoetra
<i>M. haraldmeieri</i>	Manantantely
<i>M. nigricans</i>	Marojejy
<i>M. crocea</i>	Près de Moramanga/Andasibe
<i>M. milotympanum</i>	Fierenana
<i>M. madagascariensis</i>	Près de Vohiparara, PN Ranomafana
<i>M. pulchra</i>	An'Ala près de Andasibe
<i>M. aurantiaca</i>	Torotorofotsy, sud de Moramanga
<i>M. sp, aff viridis</i>	Ankarana
<i>M. sp aff,</i>	Pas d'information précise

Annexe 12 : Les principales hypothèses nulles et les hypothèses alternatives principales à vérifier par la statistique analytique

$\left\{ \begin{array}{l} H_{01} : \text{il n'y a pas de corrélation entre les localités et la connaissance des gens sur l'espèce} \\ H_{11} : \text{il y a une corrélation entre la localité et la connaissance de la population sur l'espèce} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{02} : \text{il y n'y a pas de différence significative entre la taille et le poids des } M. \text{ aurantiaca \textit{entre les sites.}} \\ H_{12} : \text{les mesures morphométriques des } M. \text{ aurantiaca \textit{varient entre les sites}} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{03} : \text{il y n'y a pas de différence significative entre la taille et le poids des } M. \text{ aurantiaca \textit{entre les deux sexes}} \\ H_{13} : \text{les mesures morphométriques des } M. \text{ aurantiaca \textit{varient entre les deux sexes}} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{04} : \text{il n'y a pas de variation de l'abondance par site.} \\ H_{14} : \text{l'abondance varie par site ou il y a une différence significative entre l'abondance de chaque site} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{05} : \text{il n'y a pas de relation entre l'abondance et les paramètres de l'habitat} \\ H_{15} : \text{l'abondance varie en fonction des paramètres de l'habitat} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{06} : \text{il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la méthode des placettes et ceux de la méthode de comptage à durée déterminée} \\ H_{16} : \text{il y a une différence significative entre les résultats de la méthode des placettes et ceux de la méthode de comptage à durée déterminée} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} H_{07} : \text{il n'y a pas de différence significative de l'abondance sur les niveaux topographiques} \\ H_{17} : \text{l'abondance varie sur les niveaux topographiques} \end{array} \right.$

Annexe 13 : Menaces et pressions par site

Sites	Feu	Tavy	Exploitation ligneuse	Collecte (ancien site de
Abekalalao	+	+	+	+
Antsampandrano	+	+	++	+
Menalamba	0	0	+	+
Ampahitra	+	0	+	0
Amboaloboka	0	0	+	0
Ampasimpotsy	0	+	+++	0
Ranomena	0	0	+	0
Andranomiditra	+	+	+	+
Ankaraobe	0	0	++	0
Andranomena	+	+	+	0
Ampananona nord	+	+	+	+
Ampananona sud	0	0	+	+
Bejofo	0	0	+	0
Berohy	+	0	++	+
Sahasarotra	+	0	+	+
Antavindambo	+	0	+	0
Andasindrainidonaka	+	0	++	0
Ambohimena	+	0	+	0
Sahazora	+	0	+	0
Beanana	+	0	+	+
Total Torotorofotsy	2/3	2/3	3/3 (100%)	3/3 (100%)
Total sud	12/17	4/17	17/17 (100%)	5/17 (29,41%)
Total	14/20 (70%)	6/20 (30%)	20/20 (100%)	8/20 (40%)

Annexe 14 : Caractéristiques socio-économiques détaillées de chaque zone

► La zone Torotorofotsy

Cette zone est entièrement comprise dans la commune Andasibe, aussi, les données considérées sont à l'échelle de la commune.

▪ Milieu physique

Appartenant au district de Moramanga, la commune Andasibe est située à 27km du chef lieu de district sur la RN2 avec une bifurcation au PK24. Elle est composée de 6 fokontany, s'étend sur une superficie de 363km². L'altitude varie entre 930,3m et 1213m sur un relief montagneux très accidenté, presque couverte de forêt naturelle et de reboisement d'*Eucalyptus*.

- Climat

Le climat est celui du domaine oriental influencé par l'alizé, du type per humide. Les précipitations sont abondantes avec les pluies orographiques dues à l'escarpement betsimisaraka qui favorise la condensation d'air humide. A la différence de l'ensemble de la zone, il y a quatre saisons distinctes : la saison des fortes précipitations (mi novembre-mars), la saison des précipitations occultes (avril-mai), la saison des crachins (juin-août) et la saison sèche (septembre-mi novembre). Les températures caractéristiques de la commune sont: moyenne 18°C, minimale 10°C en juillet et maximale 27°C en janvier. Il fait donc plus de 3°C plus froid à Andasibe par rapport à l'ensemble de la sous région Mangoro.

La courbe ombrothermique (annexe 6) de la zone montre l'absence de période écologiquement sec. La saison est perhumide de novembre à avril et subhumide pour le reste de l'année. Juste avant le mois de novembre, un pic bas montre que les précipitations se rapprochent du double de la température, ce qui se traduit par un sécheresse relative par rapport à toute l'année. Le mois le plus arrosé est janvier comme celle de toute la sous région mais le mois le plus sec est décalé de deux mois (septembre pour la sous région Mangoro, novembre pour andasibe).

- Relief et hydrographie

La commune Andasibe est traversée par une rivière principale nommée Sahatandra où 6 rivières secondaires se jettent (Sahatany, Firikana, Farahevitra, Sahamaloto, Sahamamy, Analamazaotra). Le relief montagneux de la région est presque entièrement recouvert de forêt naturelle et de reboisement d'eucalyptus. Deux points culminants se trouvent dans la partie Sud : Analamazaotra à 928m et Maromizaha à 1213m. Les zones à fortes altitudes se situent dans la partie Est, les reliefs moins élevés se trouvent dans la partie Ouest où s'étend le marais de Torotorofotsy sur près de 1000ha. C'est dans cette partie que se trouvent les sites de *Mantella aurantiaca* : Anketrina, Ambohimalaza, Antsampandrano, Bekalalao et Menalamba.

- Ressources naturelles

Plus de 1000 espèces de flore décrites sont recensées avec 77% d'endémisme et 140 espèces d'orchidées à part. Avec la nouvelle espèce de primate (cf *Prolemur simus*), 13 espèces de lémurien existent actuellement dans la région. En outre, 113 espèces d'oiseaux, 52 mammifères, 260 insectes, 81 amphibiens ont été inventoriées (PCD. 2006). Parmi les ressources naturelles, la région possède une mine de graphite à Sahanody exploitée par la société Izouard sur 3331ha. L'exploitation risque d'avoir des externalités négatives sur les ressources naturelles renouvelables (rivières, forêts, faune) et sur la population humaine dû à son emplacement proche du parc national et en amont d'habitations humaines. Les sites de *Mantella aurantiaca* de cette commune se trouvent à Anketrina, Ambohimalaza, Antsampandrano, Bekalalao et Menalamba (Torotorofotsy).

▪ Milieu humain et environnement socio-économique

- Caractéristiques de la population et activités de production

C'est un ancien campement des forestiers qui construisaient les chemins de fer Antananarivo-Toamasina. En 2006, 13186 habitants sont recensés dont 1266 à Menalamba. La population active ne représente que 39,65% de la population totale contre 60% constitués des groupes d'âges à la charge. Le taux de croissance démographique est de 1,8% (PCD. 2006).

Andasibe abritait trois anciennes grandes exploitations forestières (la CIBA, la société Mazavaso et le SEFCGM). Elles exploitaient des plantations d'eucalyptus pour la production de bois d'œuvre dont notamment les bois pour les poteaux de la JIRAMA et des bois destinés à l'exportation. Les vestiges sont actuellement exploités par lots par des petits exploitants. Ces grandes exploitations ont occupé la main d'œuvre locale aussi bien dans les activités de l'exploitation forestière proprement dite que dans l'entretien des chemins de fer pour l'évacuation des produits. Maintenant, les anciens employés des sociétés d'exploitation et des chemins de fer se sont convertis soit en guides touristiques soit employés des structures d'accueil des parcs pour ceux qui habitaient le centre ville Andasibe. Ceux qui viennent des zones périphériques s'investissent plus dans les activités agricoles, dans la production de charbon de bois ou rejoignent les petites exploitations forestières actuelles.

Les principaux produits agricoles de la commune sont par ordre d'importance en quantité le riz, le haricot, le manioc, les patates douces, la pomme de terre, les brèdes, le taro, le maïs, l'arachide, le caféier, la canne à sucre, l'ananas et les bananes. Le riz étant la principale culture, elle occupe une grande partie de la surface cultivable. Les vallées sont étroites sauf sur le grand marais, d'où la culture sur brûlis est très pratiquée. En 2006, les services forestiers ont détecté 68 points de feux en tout dans la région contre 9 seulement en 2005. Un point de feu mesurant 0,005ha, en 2006, 340m² de surface ont été brûlées. Les données plus récentes ne sont pas encore publiées mais aux alentours des sites d'études, plusieurs collines ont encore été ravagées par le feu au cours de l'année 2007.

A part la culture, les habitants de la commune Andasibe pratiquent l'élevage et la pêche. L'importante ressource hydrographique fait de la pêche aux anguilles, aux poissons et aux crabes une activité génératrice de revenu ou une source de protéine pour leur subsistance. Le tourisme contribue également au revenu de la commune. 25% des DEAP sont versés à la commune pour financer les microprojets et le guidage dans les parcs est devenu un métier pour les jeunes habitants. Les guides formés ont érigé deux associations : AGA ou association des guides d'Andasibe et les guides de Mitsinjo. En outre, le tourisme favorise l'artisanat tel que la broderie, la menuiserie et la tresse qui génèrent des revenus substantiels pour les ménages.

- Institutions et culture

La population d'Andasibe respecte l'autorité traditionnelle représentée par le Tangalamena aussi bien que l'autorité des structures décentralisée de l'Etat. Pour la sécurité, la commune ne possède pas de poste avancé et elle est assurée par les quartiers mobiles de chaque fokontany.

Respectueux des rites, les habitants ne travaillent pas le mardi, le jeudi et le dimanche. De même, la viande de porc est interdite dans les environs de Torotorofotsy. Un lieu connu est sanctifié par les gens, il s'agit d'un site inclus dans la réserve spéciale Andasibe dénommé « hazotsifantatra ». L'existence d'autres lieux respectés est fort probable mais n'a pas été confirmé. Enfin, en relation avec les ressources naturelles, la pêche et la cueillette des cyperacées pour l'artisanat sont tabous entre le 15 février et le 15 mars.

Une particularité de la commune d'Andasibe est que la vie associative y est très développée. 7 associations sont recensées dont une responsable de l'encadrement d'un VOI pour le transfert de gestion du site Ramsar Torotorofotsy. Ceci vient du développement de l'écotourisme dans la zone et surtout des activités de compensation des riverains d'aires protégées.

► La zone sud

La commune Ambohibary abrite plus que la majorité absolue des sites et cette partie sera interprétée dans la mesure de la ressemblance du contexte entre les villages du côté est et du côté ouest du fleuve.

▪ Milieu physique

La commune s'étend sur 729km². Sa disposition est particulière puisqu'elle englobe la zone de Moramanga en son milieu alors que cette dernière constitue une commune à part entière indépendante. 12 fokontany avec 37 villages constituent cette vaste commune rurale.

- Climat

Cette partie de la sous région Mangoro connaît une température moyenne annuelle de 21°C avec des précipitations de 1500 à 2000mm/an. Seules deux saisons se distinguent tout au long de l'année : la saison fraîche avec crachins matinaux de mai à octobre et la saison chaude et humide de novembre à avril. Le mois le plus arrosé est mars et le mois le plus sec, septembre.

- Relief et hydrographie

Deux rivières principales : le Sahampazina long de 25km et le Sahamarirana (44km) serpentent à travers cette commune. Le relief diffère du nord au sud. Les sites concernés (Madiofasina, Ranomena, Ampasimpotsy, Amboaloboka, Andranomena, Ampananona, Bejofo, Andriamamovoka) sont situés dans 3 fokontany Antsily, Ampahitra et Ambodimanga qui se trouvent dans la partie sud de cette commune. Le relief est formé de collines dont les pentes sur les flans varient d'un endroit à un autre. Les vallées sont étroites sauf celles traversées par les rivières. La commune comporte plusieurs chutes d'eau, surtout dans les transitions de forêt de haute altitude vers celles de moyenne altitude, telles qu'à Andriamamovoka.

- Ressources naturelles

La commune s'étend sur toute la longueur de la sous région. Elle inclue une grande partie de la plantation de pins de Fanalamanga, des lots de forêt dense humide de haute altitude (plus de 1200m) et des forêts de moyenne altitude dans sa partie Sud.

▪ Milieu humain et environnement socio-économique

- Caractéristiques de la population et activités de production

En 2007, 18864 habitants sont recensés avec une densité de 25,87 habitants au kilomètre carré. Cette population croît à raison de 2.08% par an et il s'agit d'une population jeune puisque les 53.48% ont moins de 25ans. La population est composée de Bezanozano et de Betsimisaraka à 78.58%, et de 21.42% d'immigrants Merina, Betsileo et Sihanaka.

C'était une zone de refuge lors de la révolution de 1947, les données concernant la population sont les données enregistrées aux fokontany mais l'occupation illicite prédomine dans l'utilisation des ressources dans la zone Sud de cette commune. Depuis, cette zone est restée une zone d'immigration illicite massive. Les données démographiques enregistrées dans les fokontany et dans la commune ne tiennent pas compte de ces occupants illégaux du milieu. Pourtant, leur présence est la première cause de dégradation des ressources naturelles. Sans souci de la propriété foncière et de la réglementation Cette situation a d'importants impacts sur la mise en place de la NAP qui ne tient pas en compte le lot de forêt occupé par les immigrés qui se sont installés illicitement et ne sont pas enregistrés.

Les activités économiques principales de la population sont l'agriculture, l'exploitation forestière (exploitation de bois d'œuvre et de bois de construction) et la fabrication de charbon de bois. Une minorité exerce la prestation de service ; ce sont les fonctionnaires, les commerçants (surtout les spéculateurs de produits agricoles et forestiers) et les artisans œuvrant dans la menuiserie, la briqueterie, la maçonnerie, la tresse qui valorise les cypéracées et le tissage.

Les produits agricoles sont par ordre d'importance en surface occupée: le paddy, le manioc, le maïs, la banane, le haricot, l'ananas, l'arachide, le café et le pois chiche.

La circonscription agricole, service déconcentré et le projet ADRA ou Adventist Relief Services exerce des activités d'appui et d'encadrement sur la pratique agricole.

L'élevage fait partie des activités économiques de la population et assure un revenu substantiel en période de soudure. En outre, quelques petites exploitations privées valorisent les produits naturels tels que le *Helicrysum*, le *Centella asiatica* et le *Catharanthus roseus* pour la fabrication d'huiles essentielles.

La commune abrite les plus grandes exploitations de produits forestiers ligneux de la région, à notamment la Fanalamanga, le TIB (transformation industrielle du bois), TSFM, Panomad, et deux autres entreprises privées.

- Institutions et culture

Le Joro (sanctification de site sacré ou de tombes) est pratiqué par la population, mais les sites sacrés attirent également des gens venus de loin. Comme à Andriamamovoka, un site est sanctifié par des personnes venues d'Andramasina et d'autres localités plus éloignées. La population à majorité de Bezanozano pratique couramment l'exhumation et respecte les jours non travaillés (mardi et jeudi).

Annexe 15 : Coordonnées géographiques des sites

Commune	Fokontany	Site	Lat	long	Alt
Andasibe	Maromahatsinjo	Abekalalao	S18 51 07.1	E48 23 11.0	1006
Ambohibary	Ampahatra	Amboaloboka	S19 02 18.8	E48 10 27.5	944
Ambohibary	Mangabe	Ambohimena	S19 04 27.0	E48 09 17.7	991
Ambohibary	Mangabe	ampahatra	S19 04 08.1	E48 08 43.2	970
Ambohibary	Antsily	Ampananona nord	S19 01 39.7	E48 08 24.5	900
Ambohibary	Antsily	Ampananona sud	S19 01 39.7	E48 08 24.5	900
Ambohibary	PK33	Ampasimpotsy	S19 12 02.7	E48 10 25.3	1020
Ambohibary	Mangabe	Andasindrainidonaka	S19 04 59.1	E48 08 56.0	945
Ambohibary	Ambodimanga	Andranohofa	S19 04 57.3	E48 07 40.3	941
Ambohibary	Antsily	Andranomena	S19 01 58.1	E48 09 54.5	941
Vodiriana	Vodiriana	Andranomiditra	S19 02 35.9	E48 04 26.1	867
Ambohibary	Antsily	Ankaraobe	S19 01 57.6	E48 09 27.7	954
Andasibe	Maromahatsinjo	Antsampandrano	S18 48 19.7	E48 22 08.7	970
Ambohibary	Ambodimanga	Beanana	S19 07 17.5	E48 07 14.4	1050
Ambohibary	Antsily	Bejofo	S19 02 05.0	E48 09 10.5	962
Ambohibary	Ambodimanga	Berohy	S19 05 53.3	E48 07 50.1	1022
Andasibe	Maromahatsinjo	Menalamba	S18 52 30.5	E48 22 18.4	961
Ambohibary	Ampahatra	Sahazora	S19 04 35.6	E48 09 27.0	1010
Mangarivotra	Ambodirotra	Sasarotra	S19 10 56.5	E48 07 33.2	1054
Vodiriana	Vodiriana	Amanoroakanjo	S19 02 25.2	E48 03 33.6	929
Amboasary	Analaso	Ambakoana	S18 30 57.7	E48 10 09.5	873
Andasibe	Maromahatsinjo	Ambohimalaza	S18 50 06.1	E48 22 10.9	1022
Vodiriana	Vodiriana	Andavamamba	S18 59 51.1	E48 03 10.8	887
Andasibe	Maromahatsinjo	Anketrina	S18 50 16.0	E48 22 56.4	997
Vodiriana	vodiriana	Anosivolo	S19 02 09.0	E48 04 08.1	879
Andasibe	Maromahatsinjo	Antsahamenarano	S18 51 08.1	E48 21 42.1	954
Vodiriana	Vodiriana	Avolahy	S19 02 36.0	E48 04 26.4	876
Ambohibary	PK33	Ranomena	S19 12 02.7	E48 10 25.3	1020