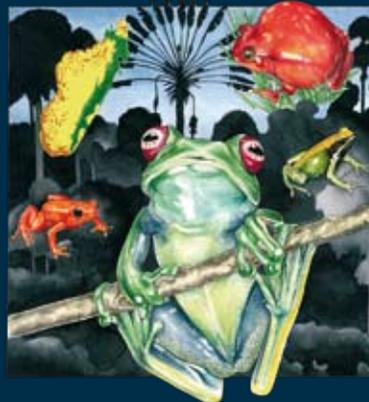


# Sahonagasy Action Plan

Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar  
Programmes de Conservation pour les Amphibiens de Madagascar

A Conservation Strategy for  
the Amphibians of Madagascar  
Une Stratégie de Conservation  
pour les Amphibiens de Madagascar



ACSAM



Edited by / Edité par  
Franco Andreone Herilala Randriamahazo



# **Sahonagasy Action Plan**

**Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar**  
Programmes de Conservation pour les Amphibiens de Madagascar

Edited by / Edité par  
Franco Andreone & Herilala Randriamahazo

Museo Regionale di Scienze Naturali  
Conservation International  
IUCN Species Survival Commission  
Amphibian Specialist Group

## Sahonagasy Action Plan

Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar

Edited by

**Franco Andreone**  
**Herilala Randriamahazo**

With the assistance of

**Nirhy H. C. Rabibisoa**

### **A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar**

The ACSAM is an initiative designed to achieve the conservation of the amphibians of Madagascar. ACSAM is an important effort by committed individuals that represents an important step forward in implementing the ACAP at the national level. The ACSAM has the potential to serve as a model for developing national action plans for amphibian conservation in many other parts of the world.

### **IUCN - International Union for Conservation of Nature**

2 Founded in 1948, The International Union for Conservation of Nature brings together States, government agencies and a diverse range of nongovernmental organizations in a unique world partnership: over 1,000 members in all spread across some 140 countries. As a Union, IUCN seeks to influence, encourage and assist societies throughout the world to conserve the integrity and diversity of nature and to ensure that any use of natural resources is equitable and ecologically sustainable. The IUCN builds on the strengths of its members, networks and partners to enhance their capacity and to support global alliances to safeguard natural resources at local, regional and global levels.

### **IUCN - Species Survival Commission**

The Species Survival Commission (SSC) is the largest of IUCN's six volunteer commissions with a global membership of 8,000 experts. SSC advises IUCN and its members on the wide range of technical and scientific aspects of species conservation and is dedicated to securing a future for biodiversity. SSC has significant input into the international agreements dealing with biodiversity conservation.

## Plan d'Action Sahonagasy

Programmes de Conservation pour les Amphibiens de Madagascar

Edité par:

**Franco Andreone**  
**Herilala Randriamahazo**

Avec l'assistance de

**Nirhy H.C. Rabibisoa**

### **Une Stratégie de Conservation pour les amphibiens de Madagascar**

L'ACSAM est une initiative visant à assurer la conservation des amphibiens de Madagascar. Elle demande un effort important, et est initiée par un groupe de personnes; cette stratégie représente une étape cruciale dans la mise en œuvre de l'ACAP à l'échelon national. L'ACSAM est un modèle pouvant servir à l'élaboration des plans d'actions nationaux pour la conservation des amphibiens dans d'autres régions du monde.

### **IUCN - Union Internationale pour la Conservation de la Nature**

Fondée en 1948, L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature rassemble des états, des organismes gouvernementaux et divers types d'organisations non gouvernementales pour un partenariat unique au monde : plus de 1000 membres répartis dans 140 pays. L'UICN cherche à influencer, encourager et aider les populations partout dans le monde à conserver l'intégrité et la diversité de la nature. De plus, elle veille à ce que toutes utilisations des ressources naturelles soient réparties de façon équitablement et écologiquement durable. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature s'appuie sur les forces de ses membres, de son réseau et de ses partenaires afin de renforcer ses capacités et de soutenir des alliances mondiales pour sauvegarder les ressources naturelles aux niveaux local, régional et mondial.

### **IUCN - Commission pour la Survie des Espèces**

La Commission pour la Survie des Espèces (SSC) est la plus importante des six commissions volontaires de l'UICN avec 8 000 experts membres répartis dans le monde. La SSC

### **Amphibian Specialist Group**

It is a network of conservation professionals working within the IUCN/SSC framework to promote amphibian research and conservation worldwide. The ASG strives to raise amphibian conservation to the next level by stimulating, developing, and executing practical programs to conserve amphibians and their habitats around the world. The ASG has published the “Amphibian Conservation Action Plan” (ACAP), a comprehensive five-year plan designed to halt the current extinction crisis at a global level. The Sahonagasy Action Plan is an emanation of the ACAP at a national level.

### **Conservation International**

CI is a non-profit organization headquartered in the Arlington, that seeks to protect Earth’s biodiversity “hotspots,” high-biodiversity wilderness areas as well as important marine regions around the globe. The group is also known for its partnerships with local non-governmental organizations and indigenous peoples.

### **Museo Regionale di Scienze Naturali**

The MRSN is a natural history museum based in Turin (Italy). It develops programs of research, education and conservation. It manages important collections of zoology, botany, and geo-paleontology.

conseille l’UICN et ses membres sur les différents aspects techniques et scientifiques de la conservation des espèces et se consacre à assurer l’avenir de la biodiversité. La SSCE a une grande influence sur les traités internationaux qui touchent la conservation de la biodiversité.

### **Amphibian Specialist Group**

C’est un réseau de professionnels de la conservation au sein de l’UICN/SSC, pour promouvoir la recherche et la conservation des amphibiens dans le monde entier. L’ASG s’efforce d’accroître la conservation des amphibiens en stimulant l’élaboration et l’exécution de programmes pratiques pour la conservation des amphibiens et de leurs habitats partout dans le monde. L’ASG a publié le “Plan d’action pour la conservation des amphibiens” (ACAP), c’est un plan sur cinq ans, visant à mettre fin à l’actuelle crise d’extinction des amphibiens. Le Plan d’Action Sahonagasy émane de l’ACAP au niveau national.

### **Conservation International**

CI est une organisation non lucrative basée à Arlington, qui cherche de protéger la biodiversité des “points chauds” de la biodiversité de la Terre, les aires avec une élevée “wilderness” e les importantes régions marines. Le groupe est aussi renommé pour ses collaborations avec des organisations non-gouvernementales locales et avec les peuples indigènes.

### **Museo Regionale di Scienze Naturali**

Le MRSN est un musée d’histoire naturelle basé à Turin (Italie). Il conduit des programmes de recherche, éducation et conservation. Il gère des importantes collections zoologiques, botaniques et géo-paléontologiques.

Published by: Museo Regionale di Scienze Naturali (Turin, Italy), Conservation International (Arlington, USA), and International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Gland, Switzerland).

Copyright: © 2008 Museo Regionale di Scienze Naturali, Conservation International and IUCN.

Reproduction of this publication for educational or other non-commercial purposes is authorized without prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged. Reproduction of this publication for resale or other commercial purposes is prohibited without prior written permission of the copyright holder.

Citation: Andreone, F. & Randriamahazo, H. (eds), 2008. *Sahonagasy Action Plan. Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar / Programmes de conservation pour les amphibiens de Madagascar*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Conservation International, IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Turin, Italy.

ISBN: 978-88-86041-83-6

4 Layout by: Giancarlo Prono.

Translation into French: Chloé Deschamps, Nirhy H.C. Rabisoa and Véronique Razafindratsimba.

Printed by Panamericana Formas e Impresos, Bogotá, Colombia, September 2008.

All the photographs by F. Andreone.

Cover photo: a calling male of *Gephyromantis luteus* photographed at the Strict Nature Reserve of Betampona (photo by F. Andreone).

Publié par: Museo Regionale di Scienze Naturali (Turin, Italie) et l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) (Gland, Suisse).

Copyright: © 2008 Museo Regionale di Scienze Naturali, Conservation International et IUCN.

La reproduction de cette publication à des fins éducatives ou non commerciales est autorisée sans la permission écrite du détenteur des droits d'auteurs à condition que la source soit entièrement citée. La reproduction de cette publication pour la revente ou à des fins commerciales sans l'autorisation écrite préalable du détenteur du copyright est prohibée.

Citation: Andreone, F. & Randriamahazo, H., 2008. *Sahonagasy Action Plan. Conservation Programs for the Amphibians of Madagascar / Programmes de conservation pour les amphibiens de Madagascar*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Conservation International, IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Turin, Italie.

ISBN: 978-88-86041-83-6

Mise en page par: Giancarlo Prono.

Traduction en Français: Chloé Deschamps, Nirhy H.C. Rabisoa et Véronique Razafindratsimba.

Impression par: Panamericana Formas e Impresos, Bogotá, Colombie, Septembre 2008.

Toutes les photos sont de F. Andreone.

Photo de couverture: mâle chanteur de *Gephyromantis luteus* photographié dans la Réserve Naturelle Intégrale de Betampona (photo de F. Andreone).

ACSAM

# INDEX / SOMMAIRE

---

|  |       |
|--|-------|
| Web-links / Sites web .....  | p. 6  |
| Foreword / Preface .....   | p. 7  |
| Editors and contributors / Editeurs et contributeurs .....   | p. 9  |
| Used acronyms / Acronymes utilisés .....   | p. 11 |
| Acknowledgements / Rémerciements .....   | p. 12 |
| Goals of the action plan / Les objectifs du plan d'action .....  | p. 13 |
| 1. The diverse amphibians of Madagascar and the Vision Sahonagasy<br>La diversité des amphibiens de Madagascar et la Vision Sahonagasy ..... | p. 15 |
| 2. Coordination of research and conservation activities<br>Coordination des activités de recherche et de conservation .....                  | p. 20 |
| 3. Monitoring Madagascar's amphibians<br>Suivi des amphibiens de Madagascar .....  | p. 28 |
| 4. Managing emerging amphibian diseases<br>Gestion des maladies émergentes des amphibiens .....  | p. 34 |
| 5. Climate change and amphibians<br>Changements climatiques et amphibiens .....  | p. 43 |
| 6. Management of focal amphibian sites for conservation<br>Gestion des sites prioritaires pour la conservation des amphibiens .....          | p. 49 |
| 7. Harvesting and trade of amphibians<br>Collecte et commerce des amphibiens .....   | p. 55 |
| 8. Captive breeding and zoo actions<br>Elevage en captivité et activités des parcs zoologiques .....   | p. 67 |
| 9. Development of a unified herpetological collection<br>Developpement d'une collection herpétologique unifiée .....                         | p. 76 |
| 10. Standardisation in conservation activities<br>Standardisation des activités de conservation .....  | p. 84 |
| Total budget (5 years) / Budget total (5 années) .....   | p. 95 |

## WEB-LINKS / SITES WEB

---

Acoustic devices: [www.avisoft.com/download\\_htm](http://www.avisoft.com/download_htm)

Amphibian Ark and Year of the Frog: [www.amphibianark.org](http://www.amphibianark.org)

Amphibian Specialist Group: [www.amphibians.org](http://www.amphibians.org)

AmphibiaWeb: [www.amphibiaweb.org](http://www.amphibiaweb.org)

AZA: [www.aza.org/Publications/2007/02/amph\\_quarantine.pdf](http://www.aza.org/Publications/2007/02/amph_quarantine.pdf)

Bibikely Biodiversity Center: [en.wikipedia.org/wiki/Madagascar\\_Biodiversity\\_Center](http://en.wikipedia.org/wiki/Madagascar_Biodiversity_Center)

Captive Breeding Specialist Group CBSG: [www.amphibianark.org/pdf/CBSG\\_WAZA\\_AmphibianExSituConservationPlanningWorkshopFinalReport.pdf](http://www.amphibianark.org/pdf/CBSG_WAZA_AmphibianExSituConservationPlanningWorkshopFinalReport.pdf)

Cites Action Plan Madagascar: [www.cites-madagascar.mg](http://www.cites-madagascar.mg)

Conservation International: [www.conservation.org](http://www.conservation.org)

Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde: [www.dght.de/](http://www.dght.de/)

Fish and Amphibian Euthanasia: [www.research.cornell.edu/CARE/documents/SOPs/CARE306.pdf](http://www.research.cornell.edu/CARE/documents/SOPs/CARE306.pdf)

Fonoteca Zoologica, Madrid: [www.fonozoo.com/eng/colaboradores.php](http://www.fonozoo.com/eng/colaboradores.php)

Genbank: [www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)

6 Global Amphibian Assessment: [www.globalamphibians.org/](http://www.globalamphibians.org/)

Hygiene protocols for against pathogens: [reptilvar.free.fr/Protocole\\_hygiene\\_amphibiens\\_intervention\\_terrain\\_%202007.pdf](http://reptilvar.free.fr/Protocole_hygiene_amphibiens_intervention_terrain_%202007.pdf)

IUCN: [cms.iucn.org](http://cms.iucn.org)

Madagascar Action Plan: [www.madagascar-presidency.gov.mg/index.php/item/443](http://www.madagascar-presidency.gov.mg/index.php/item/443)

MadFauna-Herp list serve: [www.MadFauna-Herp.yahoogroups.com](http://www.MadFauna-Herp.yahoogroups.com)

Museo Regionale di Scienze Naturali: [www.regione.piemonte.it/museoscienze naturali/](http://www.regione.piemonte.it/museoscienze naturali/)

Sahonagasy: [www.sahonagasy.org](http://www.sahonagasy.org)

Societas Herpetologica Italica: [www.unipv.it/webshi/pubbl/altrepubb.htm](http://www.unipv.it/webshi/pubbl/altrepubb.htm)

Société Herpétologique de France: [www.societeherpetologiquedefrance.asso.fr/](http://www.societeherpetologiquedefrance.asso.fr/)

Sound collections: [www.bl.uk/collections/sound-archive/wiltrain.html](http://www.bl.uk/collections/sound-archive/wiltrain.html)

South African Reptile Conservation Assessment: [www.sanbi.org/biodiversity/sarca.htm](http://www.sanbi.org/biodiversity/sarca.htm)

TEAM Initiative: [www.teaminitiative.org/portal/server.pt](http://www.teaminitiative.org/portal/server.pt)

ACSAM

## FOREWORD / PREFACE

---

During the World Parks Congress in Durban in 2003, The President of the Republic of Madagascar, His Excellence Marc Ravalomanana pledged to triple the Protected Areas of Madagascar, which is to increase the surface area from 1.7 million hectares to 6 million hectares by 2010, which represent 10% of our territory. However, to put under protect area such of extent of surfaces is to subtract an important part of the territory in exploitation to other natural resources. For Madagascar, the challenge is therefore to reduce the poverty while reaching in protecting our unique biodiversity and to break the vicious circle of “poverty - degradation of the environment “.

Madagascar has chosen the road of the change and since 2002 we set up the bases of sustainable and rapid development. In November 2004, the President of the Republic defined the “Vision Madagascar Naturally “. We should reach this vision and ensure that the process of development accelerates to allow us to win effectively against the poverty.

Within the framework of this process of development and always under the leadership of the President of the Republic, Madagascar Action Plan (MAP) was elaborated. The MAP is an ambitious action plan which, according to the Vision Madagascar Naturally and the Millennium Development Goals, defines the priorities of Madagascar during the period from 2007 to 2012.

The MAP defines the road map for this coming five years, and in the commitment n°07 “cherish the environment”, the biodiversity take a central place as national and world heritages as base of population development.

The MAP is an important issue in Phase 3 of the Environment Program which has three key objectives: (1) preserving the environment by conservation and sustainable use, (2) improving the living standards of people by giving them the opportunity to profit from long-term of environmental sustainability, (3) establish perennial funding mechanisms to achieve these two objectives,

Lors du congrès mondial des Parcs à Durban en 2003, Le Président de la République de Madagascar, Son Excellence Marc Ravalomanana s'est engagé de tripler la superficie des Aires Protégées de Madagascar, c'est-à-dire passer de 1,7 millions d'hectares à 6 millions d'hectares, d'ici 2010 et protéger ainsi 10% de notre territoire. Cependant, mettre sous protection de tels espaces, c'est soustraire une partie importante du territoire aux exploitations d'autres ressources naturelles. Pour Madagascar le défi est donc de réduire la pauvreté tout en parvenant à préserver notre biodiversité unique et de briser ainsi le cercle vicieux “pauvreté - dégradation de l'environnement”.

Madagascar a choisi le chemin du changement et depuis 2002 nous avons mis en place les bases d'un développement rapide et durable. En Novembre 2004, le Président de la République a défini la “ vision Madagascar Naturellement”. Il nous faut alors concrétiser cette vision et faire en sorte que le processus de développement s'accélère pour nous permettre de lutter efficacement contre la pauvreté.

Dans le cadre de ce processus de développement et toujours sous l'impulsion du Président de la République, le Madagascar Action Plan ou MAP a été élaboré. Le MAP est un plan d'action ambitieux qui, conformément à la Vision Madagascar Naturellement et les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), définit les priorités de Madagascar durant la période 2007 - 2012.

Le MAP définit la feuille de route pour les cinq années à venir, et dans l'engagement n. 07 “prendre soin de l'environnement”, la biodiversité occupe une place centrale en tant que patrimoine nationale et mondiale et en tant que base du développement de la population.

Le MAP constitue ainsi un enjeu important de la Phase 3 du Programme Environnemental lequel vise trois objectifs principaux: (1) préserver l'environnement en le conservant et le valorisant durablement, (2) améliorer le niveau de vie des populations en leur donnant la possibilité de jouir durablement d'un environnement, (3) mettre en place des

To achieve these important goals, strategies have been taken and will be implemented through specific action plans. This is the case for the conservation of the amphibians of Madagascar; which provides an important diversity and a high level of endemism.

However, all these species are currently threatened by degradation and fragmentation of their habitat, over-harvesting trade, climate change and strong possibility of the arrival of fungal diseases that are devastating in other continents. Although Madagascar is out of danger from these diseases in the present, urgent actions for prevention will be needed.

Also, the Malagasy government congratulates the Amphibian Specialist Group (IUCN/ASG) and its partners here in Madagascar and abroad for the success of the workshop on "A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar" (ACSAM) held at the Hotel Colbert in September 2006. This strategy gives us an action plan defining the activities outlined in the "Vision Sahonagasy." The action plan would be a working tool both for orientation and in the implementation of all activities relating to the conservation of Malagasy amphibians.

8 This Action Plan is an example for any other taxonomic groups and perfectly fits into the general policy of our country to keep the totality of our biodiversity and reducing poverty. I encourage you all to ensure that this action plan is a success and becomes reference both in Madagascar and abroad.

mécanismes de financement pérennes pour atteindre ces deux premiers objectifs.

Pour réaliser ces objectifs, des stratégies ont été mises en place et seront concrétisées par des plans d'actions spécifiques. C'est le cas de la conservation des Amphibiens de Madagascar qui présente une diversité importante et un fort taux d'endémisme.

Toutefois, ces espèces sont menacées par la dégradation et la fragmentation de leur habitat naturel, les surexploitations commerciales, les changements climatiques et une forte possibilité de la venue de maladies fongiques qui font des ravages dans d'autres continents. Même si Madagascar est pour le moment épargnée par cette maladie, des mesures urgentes de prévention devront être prises.

Aussi, le Gouvernement malgache salue-t-il, à l'Amphibian Specialist Group (ASG) et à tous ses partenaires à Madagascar et à l'étranger, de la réussite de l'atelier sur la "Stratégie de Conservation des Amphibiens de Madagascar" (ACSAM) qui s'est tenu à l'Hôtel Colbert au mois de Septembre 2006. De cette stratégie découle un plan d'action définissant les grandes lignes d'activités énoncées dans la "Vision Sahonagasy". Ce plan d'action serait donc un outil de travail permettant de se référer et de s'orienter dans l'exécution des activités ou tâches garantant la conservation des amphibiens malgaches.

L'élaboration de ce plan d'action, un exemple à suivre pour tout autre groupe d'animaux, entre parfaitement dans la politique générale de notre pays qui est de conserver la totalité de notre biodiversité et de réduire la pauvreté.

Je vous encourage tous à faire en sorte que ce plan d'action soit une réussite et devienne une référence tant nationale qu'internationale.

*The Ministry of the Environment, Forest and Tourism*  
*Monsieur le Ministre de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme*

**Harison Edmond Randriarimanana**



**RANDRIARIMANANA Harison E.**

# EDITORS AND CONTRIBUTORS / EDITEURS ET CONTRIBUTEURS

---

## *Editors/Editeurs*

**Franco ANDREONE** [IUCN/Amphibian Specialist Group / Madagascar, Chair], Museo Regionale di Scienze Naturali, Via Giolitti, 36, I-10123 Torino, Italy; emails: franco.andreone@regione.piemonte.it and f.andreone@libero.it

**Herilala RANDRIAMHAZO** [IUCN/Amphibian Specialist Group / Madagascar, Chair], Wildlife Conservation Society, BP 588, Antananarivo 101, Madagascar; email: herilala@wcs.org

## *Contributors/Contributeurs*

**Kevin BULEY**, North of England Zoological Society, Chester Zoo, Upton-by-Chester CH2 1LH, UK; email: k.buley@chesterzoo.org

**Angus I. CARPENTER**, Centre for Ecology, Evolution and Conservation, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, UK; email: A.Carpenter@uea.ac.uk

**Louis DU PREEZ**, School of Environmental Sciences and Development, North-West University, Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa; email: 12308218@nwu.ac.za

**Karen FREEMAN**, Madagascar Fauna Group, BP 442, Toamasina 501, Madagascar; email: mfgmad@moov.mg

**Samuel C. FURRER**, Zoo Zürich, Zürichbergstrasse 221, CH-8044 Zürich, Switzerland; email: samuel.furrer@zoo.ch

**Gerardo GARCIA**, Durrell Wildlife Conservation Trust, Les Augres Manor, Trinity JE35BP Jersey, Channel Islands, UK; email: gerardo.garcia@durrell.org

**Richard C. GIBSON**, North of England Zoological Society, Chester Zoo, Upton-by-Chester CH2 1LH, UK; email: r.gibson@chesterzoo.org

**Claudia GILI**, Acquario di Genova, Ponte Spinola, Area Porto Antico, I-16128 Genova, Italy; email: cgili@acquariodigenova.it

**Julian GLOS**, Ecology and Conservation Biocenter Grindel and Zoological Museum, University of Hamburg, Martin-Luther-King Platz 3, 20146 Hamburg, Germany; email: julian.glos@uni-hamburg.de

**Richard K. B. JENKINS**, Madagasikara Voakajy, B.P. 5181, Antananarivo 101, Madagascar; email: jenkins@moov.mg

**Fabio MATTIOLI**, Acquario di Genova, Ponte Spinola, Area Porto Antico, I-16128 Genova, Italy; email: fmattioli@acquariodigenova.it

**Vincenzo MERCURIO**, Forschungsinstitut und Naturhistorisches Museum Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-60325, Frankfurt a.M., Germany; email: vmercurio@senckenberg.de

**Falitiana C. E. RABEMANANJARA**, Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Zoological Museum, University of Amsterdam, Mauritskade 61, 1092 AD Amsterdam, The Netherlands; email: frabeman@science.uva.nl

**Nirhy H. C. RABIBISOA** [IUCN/Amphibian Specialist Group / Madagascar, Executive Secretariat], Conservation International, 6, Rue Razafindratandra, Ambohidahy BP 5178 Antananarivo 101, Madagascar; email: nhcrabibisoa@yahoo.fr

**Ny Aina RAKOTONDRAZAFY**, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar; email: nickyaina@yahoo.fr

**Olga RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA**, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar; email: oramilij@yahoo.fr

**Roma RANDRIANAVELONA**, Madagasikara Voakajy, BP 5181, Antananarivo 101, Madagascar; email: jenkins@moov.mg

**Christopher J. RAXWORTHY**, American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York 10024-5192, USA; email: rax@amnh.org

**Denis VALLAN**, Natur-Museum Luzern, Kasernenplatz 6, 6003 Luzern, Switzerland; email: Denis.Vallan@lu.ch

**Miguel VENCES**, Division of Evolutionary Biology, Zoological Institute, Technical University of Braunschweig, Spielmannstr. 8 38106 Braunschweig, Germany; email: m.vences@tu-bs.de

**Ché WELDON**, School of Environmental Sciences and Development, North-West University, Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa; email: drkcw@puk.ac.za

## USED ACRONYMS / ACRONYMES UTILISES

---

|           |   |
|-----------|---|
| AARK      | = Amphibian Ark   |
| ACAP      | = Amphibian Conservation Action Plan  |
| ACSAM     | = A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar                        |
| AES       | = Amphibian Executive Secretariat, Madagascar                                     |
| Bd        | = <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>   |
| CAFF/CORE | = Commission ad hoc faune et flore/Comité d'orientation pour la recherche         |
| CI        | = Conservation International  |
| CITES     | = Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora |
| CBSG      | = Conservation Breeding Specialist Group  |
| DAPTF     | = Declining Amphibian Populations Task Force                                      |
| DGEFT     | = Direction Générale de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme, Madagascar    |
| DSAPS     | = Direction de la Santé Animale et Phytosanitaire, Madagascar                     |
| DWCT      | = Durrell Wildlife Conservation Trust   |
| EAZA      | = European Association of Zoos and Aquaria  |
| FAS       | = Focal Amphibian Site  |
| GAA       | = Global Amphibian Assessment   |
| IUCN/UICN | = International Union for conservation of Nature                                  |
| IUCN/ASG  | = Amphibian Specialist Group  |
| IUCN/SSC  | = Species Survival Commission   |
| PA        | = Protected Area  |
| PBZT      | = Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza                                      |
| SAPM      | = Système d'Aires Protégées de Madagascar   |
| TAG       | = Taxon Advisory Group  |
| TEAM      | = Tropical Ecology Assessment and Monitoring                                      |
| UADBA     | = Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale                      |
| IUCN/ASG  | = Amphibian Specialist Group  |
| WAZA      | = World Association of Zoos and Aquariums   |
| WCS       | = Wildlife Conservation Society   |

## ACKNOWLEDGEMENTS / REMERCIEMENTS

---

12 During the realization of this action plan we benefited from the assistance of many people and institutions. First of all we wish to thank all the working groups that operated during the ACSAM workshop, and that aided to identify the main strategic axes. Then, we thank the people who developed and authored the chapters. We have to say that their work was essential, and without them this action plan would have never been published. Despite their often limited time availability, they worked hard and often their free time was spent on this. Of course, we thank all of the institutions that contributed logistical and financial support to the ACSAM Initiative. Just to mention the main sponsors: Amphibian Specialist Group, Antongil Conservation, Conservation International, Direction Générale de l'Environnement, des Forêts, et du Tourisme, Durrell Wildlife Conservation Trust, European Association of Zoos and Aquaria, International Society for the Study and Conservation of the Amphibians, Madagascar Fauna Group, Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Societas Herpetologica Italica, University of Antananarivo, Wildlife Conservation Society, World Association of Zoos and Aquariums. Then, thanks to all the other Malagasy authorities and Ministries that donated their sponsorship and support. Finally, the following people led the development of the first drafts of the white papers that served as "input" to the ACAP chapters: A.I. Carpenter, G. Garcia, R. C. Gibson, R. K. Jenkins, R.D. Moore, C.J. Raxworthy, D. Vallan, and M. Vences. Many other people helped with discussions and companionship: thanks to them all. A special thanks to N.H.C. Rabibisoa, for his continuous and enthusiastic help in acting as contact point and in facilitating the activities of the Amphibian Specialist Group. Many of the photographs presented in the book were taken during survey work at Betampona Strict Nature Reserve. Thanks to all the people working there, and especially to Karen, Gareth and Jean Noël.

Pendant la réalisation de ce plan d'action, nous avons bénéficié de l'aide de plusieurs personnes et institutions. Premièrement, nous souhaitons remercier tous les groupes de travail qui ont été présents, et ont aidé à l'identification des principaux axes stratégiques pendant l'atelier de l'Initiative ACSAM. Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux personnes qui ont écrit efficacement les différents chapitres, leur travail a été essentiel. Sans leur abnégation et disponibilité, ce plan d'action n'aurait jamais été édité. Nous remercions bien sûr, toutes les institutions qui ont apporté leur contribution financière et logistique. Ces principaux bailleurs sont : le Groupe des Spécialistes des Amphibiens (ASG), Antongil Conservation, Conservation International, Direction Générale de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme, Durrell Wildlife Conservation Trust, European Association of Zoos and Aquaria, International Society for the Study and Conservation of the Amphibians, Madagascar Fauna Group, Museo Regionale di Scienze Naturali, Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, Societas Herpetologica Italica, Université d'Antananarivo, Wildlife Conservation Society, World Association of Zoos and Aquariums. Ces remerciements vont également aux Autorités malgaches et aux ministères pour leur soutien moral et leur parrainage. Enfin, aux personnes qui ont rédigé les premières versions du manuscrit et qui ont servi de base à l'élaboration de chaque chapitre de cet ACAP, à savoir A. I. Carpenter, G. Garcia, R. C. Gibson, R. K. Jenkins, R. D. Moore, C. J. Raxworthy, D. Vallan, et M. Vences ; sans oublier les autres personnes qui ont participé à la discussion : Merci à tous. Un grand merci à N. H. C. Rabibisoa, pour son aide continu et enthousiaste, comme personne ressource, et pour avoir facilité les activités de l'Amphibian Specialist Group (ASG). Beaucoup de photographies présentées dans ce livre ont été prises durant les travaux de suivi dans la réserve naturelle intégrale de Betampona. Merci à toutes les personnes travaillant là-bas, et spécialement à Karen, Gareth et Jean Noël.

ACSAM

## GOALS OF THE ACTION PLAN / LES OBJECTIFS DU PLAN D'ACTION

---

ACSAM is a coordinated effort by committed individuals to promote the implementation of the global ACAP in Madagascar. The priority actions and strategies needed to actively protect the unique amphibian fauna of Madagascar are outlined herein. The remarkable diversity of Malagasy amphibians and the threats to natural habitats from human activity, as well as the new potential menace from the lethal *Batrachochytrium dendrobatidis* disease, makes the Malagasy batrachofauna deserving of immediate conservation action.

Here we present the strategic directions for amphibian conservation in Madagascar as an action plan, named "Sahonagasy Action Plan". It is neither intended to be a field guide to frogs nor a collection of research results and analyses. For those interested in identifying frogs in the field we recommend the new edition of the fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar by F. Glaw and M. Vences. Additional information about the biology and conservation of Malagasy frogs can be found in the proceedings of the ACSAM meeting held in Antananarivo during September 2006. The action plan synthesizes the opinions of prominent herpetologists, conservation biologists and managers, and provides clear recommendations to secure the survival of Madagascar's amphibian fauna.

This book is structured into several chapters, each devoted to a single theme, and written by specialists. The themes and subjects were selected during the ACSAM workshop. The actions outlined in the plan are endorsed by the Amphibian Specialist Group and are designed to commence within the next few years for a duration of five years. A longer-term plan, covering all the essential human, structural and economic resources, is of course also required but we intend the action plan to be a catalyst for future conservation action. The actions that are recommended in the plan are not presented according to hierarchical importance and, in our opinion, all the themes should be addressed in the indicated time-frame. Moreover, we wish to stress how most of the arguments are programmatic themes that indicate how and where the political intervention (at national and international level) should be oriented.

For each theme and its actions we provide an estimate of

L'ACSAM est le résultat d'efforts conjugués d'individus engagés à promouvoir la mise en œuvre de l'ACAP mondial à Madagascar. Les actions prioritaires et les stratégies nécessaires pour préserver efficacement la faune amphibienne unique de Madagascar sont décrites ici. La remarquable diversité des amphibiens malgaches et les menaces qui pèsent sur les habitats naturels, dues à l'activité humaine, ainsi que la nouvelle maladie émergente et mortelle *Batrachochytrium dendrobatidis* incitent à prendre des mesures immédiates de conservation de la batrachofaune malgache.

Nous présentons ici les axes stratégiques pour la conservation des amphibiens à Madagascar comme un plan d'action, baptisé "Plan d'Action Sahonagasy". Il n'est pas rédigé pour être utilisé comme un guide pratique pour les grenouilles ou des résultats de recherches et d'analyses. Le plan d'action synthétise les opinions d'éminents spécialistes herpétologues, de biologistes de la conservation et de gestionnaires. Ce document fournit les recommandations précises pour garantir la survie de la faune amphibienne de Madagascar. Pour ceux intéressés par l'identification des grenouilles, nous recommandons la troisième édition du guide de terrain des amphibiens et de reptiles de Madagascar de F. Glaw et M. Vences. Des informations complémentaires sur la biologie et la conservation des grenouilles malgaches peuvent être trouvées dans les différentes présentations de l'ACSAM qui s'est tenue à Antananarivo en septembre 2006.

Ce livre est structuré en plusieurs chapitres dont chacun est consacré à un thème spécifique et écrit par des spécialistes. Les thèmes et les sujets ont été identifiés au cours de l'atelier de l'ACSAM. Les mesures décrites dans ce plan sont approuvées par l'Amphibian Specialist Group et sont conçues pour démarrer dans les prochaines années et pour une durée de cinq ans. Le plan à long terme couvre tous les éléments essentiels à l'homme, structures et ressources économiques nécessaires, mais nous souhaitons également que le plan d'action soit un catalyseur pour de futures mesures de conservation. Les mesures recommandées dans ce plan ne sont pas présentées en fonction de leur importance hiérarchique, mais tous les thèmes devraient être

the costs over 5-years. In this way we follow the example of the IUCN “Amphibian Conservation Action Plan” (ACAP), where a general financial estimate over 5-years was given at the global level.

We are also aware that the action plan will be read, and hopefully appreciated, by amphibian scientists and students, and we have provided short descriptions of some basic methods (on how to study amphibians in the wild or in the laboratory) to encourage better standardization of future research. We intend to present the action plan at two levels: one to foster a general awareness of the essential actions required to safeguard Malagasy amphibians and secondly as a guide to encourage conservation relevant research in the future.

The Editors

traités dans les délais prévus. De plus, nous tenons à souligner que la plupart des mesures programmées indiquent comment et où les interventions politiques (au niveau national et international) devraient être orientées.

Pour chaque thème et ses activités, nous fournissons une estimation des coûts pour une durée de 5 années. De cette façon, nous suivons l'exemple de l'“Amphibian Conservation Action Plan” (ACAP) dans laquelle une estimation financière pour cinq années a été accordée au niveau mondial.

Nous sommes également conscients du fait que le plan d'action sera lu et pleinement apprécié par les spécialistes des amphibiens et les étudiants. Nous avons aussi fourni des descriptions succinctes de certaines méthodes de base (sur la technique d'étude des amphibiens dans la nature ou en laboratoire) en vue d'encourager la standardisation des recherches futures. Nous avons donc l'intention de présenter le plan d'action à deux niveaux: en premier, inciter à une prise de conscience générale sur l'importance des actions requises pour la sauvegarde des amphibiens malgaches et ensuite, encourager la conservation en vue d'une recherche pertinente dans le futur.

Les Editeurs

# The diverse amphibians of Madagascar and the Vision Sahonagasy

## La diversité des amphibiens de Madagascar et la Vision Sahonagasy

Franco Andreone, Herilala Randriamahazo

*Amphibians of Madagascar belong to a few families, and are endemic excepting for one introduced species. The number of species is particularly high: currently 238 species are known, but there is the prevision that this number will soon augment, due to the very high rate of species discovery and description.*

*Les amphibiens de Madagascar appartiennent à quelques familles et sont tous endémiques sauf pour une espèce qui a été introduite. 238 espèces actuellement connues donnent une richesse spécifique particulièrement élevée: ce nombre augmentera sans cesse en raison d'un grand nombre de découvertes et de descriptions.*

### The Vision Sahonagasy

Amphibians are facing a global extinction crisis that calls for major mitigation at all levels of research, law and policy. The magnitude of the proportion of taxa that are either declining or becoming presumed extinct sums up to about 30% and makes amphibians the most threatened vertebrate class. To face this situation, the IUCN/ASG has recently prepared the “Amphibian Conservation Action Plan” (ACAP), a comprehensive five-year plan designed to halt the current extinction crisis at a global level.

The island of Madagascar is well known for its exceptional and unique biodiversity, that represents a treasure indeed. This also includes at present (May 2008) 238 named species, with an additional 150 species currently being described in the near future. Moreover, Madagascar shows an amphibian diversity higher than any other African country, with 99% of the species found only on its territory and nowhere else. Madagascar is also widely regarded as one of the most important “hotspots” for amphibians on the Earth. Many of the amphibian species are seriously threatened by habitat loss and climatic change, and are potentially threatened by the introduction to Madagascar of a disease that resulted in global amphibian declines. Sadly, a quarter of all of the amphibians present in Madagascar are internationally recognized as being threatened with extinction. Additionally, amphibians are very interesting animals in terms of biology and life history traits, and it is hoped

### La Vision Sahonagasy

Les amphibiens sont confrontés à une crise d'extinction majeure qui exige des mesures rapides à tous les niveaux de recherche, législatif et politique. La proportion alarmante des taxons en déclin ou présumés disparus peut atteindre 30% et fait des amphibiens la classe des vertébrés la plus menacée. Pour faire face à cette situation, l'IUCN/ASG a récemment élaboré le “Plan d'Action pour la Conservation des Amphibiens” (ACAP), un plan quinquennal visant à mettre fin à la crise actuelle d'extinction au niveau mondial.

L'île de Madagascar est reconnue pour sa biodiversité exceptionnelle et unique, qui représente un trésor inestimable. Celui-ci inclut 238 espèces d'amphibiens connues actuellement (mai 2008) et 150 nouvelles espèces en cours de détermination. De plus, Madagascar abrite plus d'espèces d'amphibiens que les autres pays d'Afrique, 99 % de ses espèces n'existent nulle part ailleurs dans le monde. En résumé, Madagascar est considérée comme l'un des “hotspots” d'amphibiens les plus importants au monde. Cette faune est sérieusement menacée par la perte d'habitats et le changement climatique; elle est potentiellement menacée par l'introduction à Madagascar de la pandémie qui tue les grenouilles dans le monde. Malheureusement, le quart de ces espèces est internationalement reconnu comme en danger d'extinction. En outre, les amphibiens sont des animaux intéressants du point de vue de leur biologie et de

that they will be considered helpful during the ecotourism development of Madagascar.

During September 2006, the workshop entitled “A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar” or ACSAM was held in Antananarivo by the Amphibian Specialist Group (IUCN/SSC), the Direction Générale de l’Environnement, des Forêts et du Tourisme, Conservation International, Wildlife Conservation Society, the Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, the Museo Regionale di Scienze Naturali of Torino, in order to openly discuss the diversity and future conservation issues for the amphibians of Madagascar. More than one hundred specialists from eight nationalities attended this meeting.

After the workshop the initiative with the same title (ACSAM) was pursued by the IUCN/ASG Madagascar, in order to prepare this action plan. Such an action plan, named “Sahonagasy Action Plan”, is here presented, and would like to be, in the intentions of the editors, a starting point for an active conservation and valorization of Malagasy amphibians. According to the ACSAM participants and herpetologists, it has the potential to serve as a model for developing a national action plan for amphibian conservation in many other parts of the world. The IUCN/ASG strives to raise amphibian conservation to the next level by stimulating, developing, and executing practical programs to conserve amphibians and their habitats around the world.

16

### The amphibians of Madagascar: an introduction

Although this action plan is mostly likely to attract the attention of readers who are already familiar with Madagascar and its amphibians we wish to provide an overview of the island’s frogs for a general audience. Furthermore, we hope that this book will be useful to people who are concerned with the conservation of Madagascar’s biodiversity even if they are not specifically interested in amphibians. We recommend that anyone interested in a complete and colourful introduction to the diversity of Malagasy amphibians should consult the fieldguide written by F. Glaw and M. Vences. Separated from mainland Africa by a sea channel of about 300 km, the biodiversity of Madagascar followed an independent evolutionary trajectory, with a consequent very high degree of endemism in both its fauna and flora. Among the vertebrates, the amphibians are represented by about 238 frog species, a number that is still preliminary

leur histoire naturelle. De plus, on espère qu’ils pourront aider au développement de l’écotourisme à Madagascar.

En Septembre 2006, s’est tenu à Antananarivo, un atelier intitulé “Une stratégie de conservation pour les amphibiens de Madagascar” ou ACSAM, organisé par le Groupe de Spécialistes des amphibiens (ASG), la Direction Générale de l’Environnement, des Forêts et du Tourisme, Conservation International, Wildlife Conservation Society, le Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza et le Museo Regionale di Scienze Naturali de Turin, afin de discuter ouvertement de la diversité et de l’avenir de la conservation des amphibiens de Madagascar. Plus d’une centaine de spécialistes venus de huit pays ont participé à cette réunion.

Après l’atelier, une initiative portant ce titre (ACSAM) a été poursuivie par l’IUCN/ASG Madagascar, afin de préparer ce plan d’action. Un tel plan, baptisé “Sahonagasy Action Plan”, est présenté ici et veut être dans les intentions des éditeurs, un point de départ pour une conservation active et la valorisation des amphibiens malgaches. Selon les participants de l’ACSAM et les herpétologues, l’élaboration de ce plan d’action national servira de modèle pour la conservation des amphibiens dans d’autres régions du monde. L’IUCN/ASG s’efforce de promouvoir la conservation des amphibiens en agissant dans l’élaboration et l’exécution des programmes pratiques de conservation des amphibiens et de leurs habitats dans le monde.

### Introduction sur les amphibiens de Madagascar

Bien que ce plan d’action s’adresse à des lecteurs qui sont déjà familiarisés avec Madagascar et ses amphibiens, nous souhaitons présenter ici, au grand public, les grenouilles de l’île dans leur ensemble. Nous espérons que ce livret sera utilisé par tous ceux qui sont concernés par la conservation de la biodiversité à Madagascar, même s’ils n’ont pas d’intérêt spécifique pour les amphibiens. Nous recommandons à tous ceux qui sont intéressés par la diversité des amphibiens malgaches de lire, pour une introduction colorée et complète, le guide de terrain de F. Glaw et M. Vences. Séparée de 300 km de l’Afrique Continentale par le canal de Mozambique, la biodiversité de Madagascar suit une évolution indépendante, qui a pour conséquence un très haut niveau d’endémisme, à la fois faunistique et floristique. Parmi les vertébrés, les amphibiens sont représentés par 238 espèces de grenouilles ; chiffre encore préliminaire et

and tentative, since many more remain to be discovered or are awaiting description.

Five families of amphibians are present in Madagascar (Mantellidae, Microhylidae, Hyperoliidae, Dicroglossidae, and Ptychadenidae) and the other two orders of living amphibians, Gymnophiona and Urodela, are absent.

Mantellidae is the most speciose family and is endemic to Madagascar and the Comoros. It is divided into three sub-families, the Mantellinae (genera *Mantella*, *Mantidactylus*,

*Boehmantis*, *Wakea*, *Blommersia*, *Guibemantis*, *Gephyromantis*, *Tsingymantis*, *Spinomantis*), the Boophinae (genus *Boophis*), and Laliostominae (genera *Aglyptodactylus* and *Laliostoma*). The Mantellinae shows peculiar features related to reproduction, such as the absence of real amplexus and of nuptial pads, with eggs laid outside water, and the presence (in most species) of peculiar femoral glands. The species of this subfamily also exhibit very heterogeneous life history traits, with species adapted to terrestrial, aquatic, and arboreal habits. The diurnal *Mantella* species are characterized mainly by their bright and attractive aposematic (advertisement) colourations, small size and accumulation of alkaloids in

their skin. *Mantella* species are toxic and are apparently rarely predated upon by other vertebrate species, a situation in many respects to that of the Neotropical dendrobatid frogs. Their striking colouration has led to significant demand of wild amphibians for the hobbyist markets in Europe and North America. In contrast to these frogs, amphibians in the genus *Boophis* (subfamily Boophinae) are mainly arboreal, breed in water, and have a typical larval development. Egg laying usually occurs in streams, except for some species that reproduce in stagnant water. Two further genera belonging to Laliostominae, *Aglyptodactylus*



*Boophis cf. luteus*, Betampona

provisoire car beaucoup d'autres espèces restent à découvrir ou sont en attente d'être décrites.

Cinq familles d'Amphibiens sont présentes à Madagascar (Mantellidae, Microhylidae, Hyperoliidae, Dicroglossidae et Ptychadenidae). Les deux autres ordres actuels, les Gymnophiona et Urodela, en sont absents.

Mantellidae est la famille la plus spéciale, elle est endémique de Madagascar et des Comores. Elle se divise en trois sous-familles: les Mantellinae (genres: *Mantella*, *Mantidactylus*, *Boehmantis*, *Wakea*,

*Blommersia*, *Guibemantis*, *Gephyromantis*, *Tsingymantis* et *Spinomantis*), le Boophinae (genres *Boophis*) et Laliostominae (genres *Aglyptodactylus* et *Laliostoma*).

Les Mantellinae présentent des caractères particuliers liés à leur reproduction, tel que l'absence d'un réel amplexus et de gants nuptiaux, des œufs pondus en dehors de l'eau et la présence (chez plusieurs espèces) de glandes fémorales caractéristiques. Elles montrent aussi des modes de vie hétérogènes, avec des espèces adaptées aux écosystèmes terrestres, aquatiques ou arboricoles. Les mantelles, espèces diurnes, sont caractérisées essentiellement par leurs colorations rayonnantes et aposématiques (avertissan-

tes), leur petite taille et l'accumulation des alcaloïdes dans leur peau. Ce sont des espèces toxiques et elles sont rarement chassées par d'autres vertébrés. Ce caractère semble similaire à celui des Dendrobatidae. Leur coloration caractéristique a conduit à une forte demande d'individus sauvages par les amateurs sur le marché des animaux en Europe et en Amérique du Nord.

Contrairement à ces grenouilles, celles du genre *Boophis* (sous-famille Boophinae) sont principalement arboricoles et se reproduisent dans l'eau. Le développement larvaire est caractéristique. Elles pondent généralement dans les

and *Laliostoma*, are mainly terrestrial and breed in temporary ponds, often explosively.

The frogs of the family Microhylidae are represented by ten genera and more than fifty species and possess a diverse set of life traits. The cophyline microhylids (*Cophyla*, *Platypelis*, *Anodonthyla*, *Plethodontohyla*, *Madecassophryne*, *Rhombophryne* and *Stumpffia*) are associated with relatively intact rainforest vegetation and have a reproduction that is characterized by parental care and non-feeding tadpoles. The genera *Dyscophus*, *Paradoxophyla*, and *Scaphiophryne* live mainly in stagnant waters in open areas.

The Malagasy Hyperoliidae includes the endemic genus *Heterixalus* and comprises 11 species, which inhabit grasslands and forest edges, and are mostly adapted to ecotones. They are quite similar in habitat preferences and general behaviour to other hyperoliids from mainland Africa.

Only two frog species are not endemic, the widely distributed *Ptychadena mascareniensis* (belonging to Ptychadenidae), which is present also in the Mascarene Islands and Seychelles, and *Hoplobatrachus tigerinus* (belonging to Dicroglossidae), which was introduced to Madagascar from southern Asia. Anyhow, recent biomolecular studies have indicated *P. mascareniensis* populations from Madagascar are already sufficiently differentiated from those from mainland Africa to warrant specific status.

18

Malagasy amphibians differ in their sensitivity to habitat alteration. The destruction, degradation and fragmentation of intact forest have severely impacted the amphibian fauna of Madagascar. In addition to the threat of habitat loss, some species (e.g. those belonging to *Mantella*, *Scaphiophryne*, and *Dyscophus*) have been highly sought after for the international pet trade due to their remarkable colouration and this may have negatively impacted some local populations. Due to commercial trade, all the species in the genus *Mantella* and *Scaphiophryne gottlebei* are now included in CITES (the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) Appendix II which limits the number of wild caught individuals that can be exported annually. The trade of other species are also of conservation concern, such as the tomato frog, *Dyscophus antongilii*, the only Malagasy amphibian species included on CITES Appendix I.

Fortunately, field surveys conducted during the last twenty years have revealed no extinctions of Malagasy amphibians, which is in stark contrast to other parts of the world

cours d'eau hormis certaines espèces qui se reproduisent dans l'eau stagnante. Deux autres genres appartenant à Laliostominae, *Aglyptodactylus* et *Laliostoma*, sont principalement terrestres et se multiplient dans des mares temporaires avec souvent une reproduction explosive.

Les grenouilles de la famille de Microhylidae sont représentées par dix genres comprenant plus d'une cinquantaine d'espèces et possèdent une multitude de modes de vie. Les microhylides cophyline (*Cophyla*, *Platypelis*, *Anodonthyla*, *Plethodontohyla*, *Madecassophryne*, *Rhombophryne* et *Stumpffia*) sont associés à une forêt tropicale relativement intacte et ont une reproduction caractérisée par des soins parentaux; en outre les têtards ne s'alimentent pas mais utilisent les réserves vitellines emmagasinées. Par contre, les genres *Dyscophus*, *Paradoxophyla* et *Scaphiophryne* vivent principalement dans des eaux stagnantes de milieux ouverts.

L'Hyperoliidae malgache avec un seul genre endémique (*Heterixalus*), contient 11 espèces. Ils vivent aux lisières des forêts et dans les prairies mais sont pour la plupart adaptées à des écotones. Leur habitat et leur comportement sont assez similaires à celles du continent africain.

Parmi les amphibiens malgaches, seules deux espèces de grenouilles ne sont pas endémiques, une, la plus largement répandue *Ptychadena mascareniensis* (Ptychadenidae) est aussi présente dans les Mascareignes et aux Seychelles. L'autre, *Hoplobatrachus tigerinus* (Dicroglossidae), a été introduite à Madagascar par le Sud de l'Asie. Des études récentes en biologie moléculaire indiquent que les populations de Madagascar de *P. mascareniensis* sont suffisamment différenciées de celles de l'Afrique pour justifier un statut spécifique différent.

Les amphibiens malgaches diffèrent par leur sensibilité face à l'altération de l'habitat. La destruction, la dégradation et la fragmentation des forêts intactes ont un impact important sur la batracofaune de Madagascar. En plus de la menace due à cette perte d'habitat, certaines espèces (par exemple celles appartenant à *Mantella*, *Scaphiophryne* et *Dyscophus*) sont très prisées par le commerce international des animaux en raison de leur coloration remarquable et cela peut avoir eu un impact négatif pour certaines populations d'amphibiens. Pour leur commercialisation, toutes les espèces du genre *Mantella* et *Scaphiophryne gottlebei* sont maintenant incluses dans la CITES Annexe II (Convention sur le commerce international des espèces menacées de

where habitat loss, disease or other agents, have caused extinctions. The globally widespread fungal disease *Batrachochytrium dendrobatidis*, which has caused the extinction of entire populations or species in other areas, has not yet been reported from Madagascar. Following the declaration by the Malagasy president to triple the existing coverage of the island's protected network (the "Durban Vision"), amphibians are now being considered in the identification of nationally important sites for conservation. This is very important since the entire known range of some threatened species occurs outside of the existing protected area network. Last but not least, amphibians are also excellent candidates to become flagships for conservation. For example, 2008 is the "Year of the frog", and it is clear that the amphibians of Madagascar have the potential to become an important tool for the conservation of the island's wildlife, perhaps second only to the lemurs.

la faune et de la flore sauvages) qui fixe, annuellement, le nombre d'individus capturés dans la nature pouvant être exportés. D'autres espèces sont aussi concernées par la protection, tel que la grenouille tomate, *Dyscophus antongilii*, qui est la seule espèce d'amphibien malgache figurant dans l'Annexe I.

Heureusement, les études de suivi sur le terrain menées au cours des vingt dernières années n'ont révélé aucune disparition d'amphibiens malgaches. Ceci contraste fortement avec les autres régions du monde où la perte d'habitat, la maladie ou d'autres agents sont la cause d'extinctions. La maladie fongique émergente *Batrachochytrium dendrobatidis*, qui a causé l'extinction de populations entières ou d'espèces dans d'autres régions, a jusqu'à présent épargné Madagascar. Suite à la déclaration du président malgache de tripler la surface des réseaux d'Aires Protégées de l'île ("la Vision Durban"), les amphibiens sont actuellement pris en compte pour l'identification, au niveau national, des sites importants pour la conservation. Ceci est très important car les aires de distribution connues de certaines espèces menacées se trouvent en dehors du réseau des zones actuellement protégées. Enfin, les amphibiens sont aussi d'excellents candidats pour devenir les "espèces drapeaux" de la conservation. Par exemple, 2008 est "l'année de la grenouille", et il est clair que les amphibiens de Madagascar ont le potentiel pour devenir un outil important de conservation de la faune naturelle de l'île, peut-être juste derrière les lémuriens.

---

### Key bibliography - Bibliographie clé

Andreone F., Cadle J.E., Cox N., Glaw F., Nussbaum R.A., Raxworthy C.J., Stuart S., Vallan D. & Vences, M., 2005. Species review of amphibian extinction risks in Madagascar: conclusions from the Global Amphibian Assessment. *Conservation Biology*, 19: 1790–1802.

Andreone F., Cox N. A., Glaw F., Köhler J., Rabibisoa N. H. C., Randriamahazo H., Randrianasolo H., Raxworthy C. J., Stuart S. N., Vallan D. & Vences M., 2008. Update of the Global Amphibian Assessment for Madagascar in light of species discoveries, nomenclatural changes, and new field information. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Glaw F. & Vences M., 2007. *A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar. Third Edition*. Vences and Glaw Verlag, Cologne.

---

## Coordination of research and conservation activities

### Coordination des activités de recherche et de conservation

Franco Andreone, Herilala Randriamahazo, Miguel Vences

*Research activity on Malagasy amphibians has increased in the last decade, reflecting an unprecedented interest in the island's herpetofauna. Greater coordination between different research groups is needed to channel the diverse, and growing, array of expertise towards achieving conservation goals. Coordination between different institutions, organizations and researchers will reduce overlap and promote collaborative effort. Reciprocal exchange of ideas, skills, results and information are of mutual benefit and allow improved data exploitation. An Amphibian Executive Secretariat has been recruited to improve coordination, dissemination and communication between the ASG Chairs, researchers, students, NGOs and government.*

*L'activité de recherche à Madagascar a augmenté dans la dernière décennie, ceci reflète un intérêt sans précédent pour l'herpétofaune de l'île. La plus grande coordination entre les différents groupes de recherche est nécessaire pour diriger les expertises de plus en plus nombreuses afin d'atteindre les objectifs de conservation. La coordination entre les différentes institutions, organisations et chercheurs diminuera la duplication des travaux et pourra promouvoir l'effort de collaboration. Les échanges d'idées, d'adresses, de résultats et d'informations sont des bénéfices mutuels et permettent une bonne exploitation des données. Un secrétaire exécutif des amphibiens a été recruté pour améliorer la coordination, la diffusion et la communication entre les Présidents de l'ASG, les chercheurs, les étudiants, les ONG et le gouvernement.*

#### The ACSAM and the Amphibian Specialist Group

Despite the high intensity of research activity on Madagascar's amphibians there has been a noticeable absence of coordination between national and international stakeholders. The original Madagascar and Mascarene Islands Amphibian and Reptile Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission was superseded by IUCN's Declining Amphibian Populations Task Force (DAPTF). DAPTF, and subsequently the Amphibian Specialist Group (IUCN/ASG) into which it transformed, promoted conservation actions on some critically endangered species through the "seed grants" and the "rapid response funds" provided by Conservation International and other donors. In this context an email list (madfauna-herp@yahoogroups.com), was developed to promote communication and to facilitate the rapid dissemination of news among those interested in Madagascar's amphibians and reptiles. The co-chairs of Amphibian Specialist Group for Madagascar (F. Andreone and H. Randriamahazo) work

#### ACSAM et l'Amphibian Specialist Group

En dépit d'une forte activité de recherche à Madagascar, dirigée par différents groupes de chercheurs, aucune coordination réelle n'existait jusqu'à présent pour les activités de conservation des amphibiens à Madagascar. L'ancien Madagascar and Mascarene Islands Amphibian and Reptile Specialist Group de la Species Survival Commission de l'UICN a été remplacé par la DAPTF. Par la suite, la DAPTF est devenue Amphibian Specialist Group (IUCN/ASG). Ce groupe a promu des actions de conservation sur quelques espèces gravement menacées, au travers de petites bourses et fonds rapidement obtenus par l'intermédiaire de Conservation International et d'autres bailleurs. Dans ce contexte, une liste d'adresses e-mail (madfauna-herp@yahoogroups.com) a été développée pour promouvoir la communication et faciliter la diffusion rapide des informations sur les reptiles et amphibiens à Madagascar. Les deux coordinateurs de l'Amphibian Specialist Group, Madagascar (F. Andreone et H.

in close collaboration with world specialists and local authorities to coordinate activities related to herpetological conservation. The IUCN Global Amphibian Assessment (GAA), a joint project of the Species Survival Commission (SSC) of IUCN, the Center for Applied Biodiversity Science, and NatureServe, reached an unprecedented consensus and overall evaluation on the conservation status of all Madagascar's amphibian species. More recently, the GAA has been updated, to include all 238 Malagasy species described and named as of the 31st December 2007. The DAPTF and ASG promoted the ACSAM initiative, which served as a platform on which to accelerate the designation of an Amphibian Executive Secretariat (AES).

### The Amphibian Executive Secretariat

The development of a designated individual located in Madagascar was overdue. The AES was recruited in August 2007 with financial support by Conservation International. The existence of this position has evident advantages, including the facilitation of priority activities for amphibian conservation. Notably, there is, for the first time, a local center and person specifically dedicated to amphibian conservation. This should serve as a contact point for all the herpetologists working in Madagascar. Furthermore, it assures the availability of assistance to local authorities for all aspects of amphibian conservation.

The AES will also enable better coordination of all future activities related to the recommendations in this action plan by supporting the ASG chairs in its implementation. The various aspects of the action plan are to be implemented by the relevant stakeholders under the guidance of the coordinators. The action plan also serves as the



*Platypelis* sp., Betampona

Randriamahazo) travaillent en étroite collaboration avec les spécialistes mondiaux et les autorités locales dans la coordination des activités relatives à la conservation herpétologique. Le Global Amphibian Assessment de l'IUCN (GAA), l'accord conjoint de la Species Survival Commission (SSC) de l'IUCN, du Centre for Applied Biodiversity Science et de NatureServe est parvenu à mettre en place un consensus sans précédent pour l'évaluation du statut de conservation des espèces d'amphibiens de Madagascar.

Le GAA a mis à jour les 238 espèces malgaches décrites et nommées à compter du 31 décembre 2007.

Le DAPTF et l'ASG ont promu l'Initiative ACSAM qui a servi de plate-forme afin d'accélérer la désignation d'un Secrétaire Exécutif pour les Amphibiens (AES).

### Le Secrétaire Exécutif

La désignation d'une personne à cette tâche à Madagascar était attendue. L'AES a été recruté en août 2007 avec l'appui financier de Conservation International. L'existence de ce poste a des avantages évidents, notamment faciliter des activités prioritaires pour la conservation des amphibiens. Il y a, et ce pour

la première fois, une personne affectée spécifiquement à la conservation des amphibiens ainsi qu'un centre local. Ce service aura pour fonction d'être le point de convergence pour tous les herpétologues travaillant à Madagascar. En outre, ils assureront une aide aux autorités locales sur tous les aspects de la conservation des amphibiens.

L'AES permettra également une meilleure coordination de toutes les activités futures relatives aux recommandations figurant dans le présent plan d'action en assistant les présidents de l'ASG pour sa mise en œuvre. Divers

blueprint for amphibian conservation and research in Madagascar and includes the prioritization of areas for conservation action, incorporating the needs of amphibians into the designation of new protected areas, and coordinating research about threats to amphibian populations and species.

### **Collaboration with research teams, CAFF/CORE and Regions**

A major objective of the IUCN/ASG and AES will be to reduce the duplication of research and inventory effort. The AES will act as a contact point between all the active herpetological teams and a database of the amphibian researchers operating in Madagascar will be established. This will help to document the different expertise and objectives of each team, to facilitate better communications between scientists. This collaboration will be extended to include the CAFF/CORE (the Malagasy committee that grants research permits) and regional authorities. We recommend that IUCN/ASG becomes a permanent member of CAFF/CORE and represented by the AES. This would allow an evaluation of whether research activities are aligned with ACSAM priorities and is an ideal way of avoiding the duplication of research effort. Furthermore, summary reports will be made freely available on the Sahonagasy Action Plan website. IUCN/ASG and stakeholders will periodically assess progress in coordination by the AES through a questionnaire.

### **Developing contacts to make easily accessible information**

A large number of studies on the Malagasy amphibians are published every year. In addition, new DNA sequences, consultancy reports, PhD and Master theses are also completed. The wealth of information has become so large that it is difficult to maintain a complete overview of all the reports.

There are two problems, the first is that although many publications are available on the web the access to this resource is slow, expensive or totally lacking in Madagascar. The second is that many important unpublished outputs, such as theses and consultancy reports are yet unavailable to the public and researchers. The best solu-

thèmes du plan d'action seront mis en application par les parties prenantes sous les directives d'un coordinateur. Ce plan sert donc de modèle pour la conservation et la recherche des amphibiens à Madagascar. Il inclue l'identification de sites prioritaires à conserver en prenant en compte les besoins des amphibiens et la coordination des recherches sur les menaces qui pèsent sur les populations et sur les espèces d'amphibiens.

### **Collaboration entre les équipes de terrain, CAFF/CORE et les Régions**

L'objectif principal de l'IUCN/ASG et de l'AES sera de réduire la duplication des recherches et des travaux d'inventaires. L'AES sera le point de coordination entre les différentes équipes d'herpétologues travaillant à Madagascar. Une base de données sur ces chercheurs sera établie. Elle permettra de connaître les compétences et les objectifs de chaque équipe et ainsi de faciliter une meilleure communication entre scientifiques. De plus, cette collaboration sera étendue à la CAFF/CORE (commission malgache qui accorde les permis de recherche) et les Autorités régionales. Nous recommandons que l'IUCN/ASG devienne un membre permanent du CAFF/CORE et soit représenté par l'AES. Cela permettrait de contrôler que les activités de recherche soient alignées sur les priorités identifiées lors de l'ACSAM et aussi d'éviter la duplication des travaux de recherche. En outre, les rapports préliminaires seront disponibles gratuitement sur le site web du Plan d'Action de Sahonagasy. L'IUCN/ASG et les parties prenantes pourront évaluer périodiquement les progrès accomplis dans la coordination de l'AES au moyen de questionnaires.

### **Développer des contacts pour rendre facile l'accès aux informations**

Un bon nombre d'études sur les amphibiens et les reptiles malgaches sont publiées chaque année. En outre, de nouvelles séquences d'ADN, des rapports de consultants, des thèses de doctorat, de DEA et de maîtrise ont également été réalisés. La richesse de ces informations commence à devenir si importante qu'il est très difficile d'avoir un aperçu complet de ces rapports.

De nombreuses publications disponibles sur internet, ne

tion is to compile a complete bibliographic reference and to develop a means to facilitating free access to this resource.

It is therefore recommended to set up a single website that includes (1) literature on Malagasy amphibians (including PDF documents of old publications where no copyright issues exist, preliminary reports and “grey literature” from NGOs or CAFF/CORE etc); (2) photographs of preserved specimens and representative live specimens of most species; (3) direct links to Genbank, to consult DNA sequences, and an integrated DNA barcoding database of available sequences; (4) distributional and natural history information (with a direct connection to the AmphibiaWeb site, GAA and other databases); (5) audio files of frog calls; (6) PDF copies of MSc, DEA and PhD theses dealing with Malagasy amphibians

Such a website could include an interactive mask, for volunteers to enter their distribution records with precise geographic coordinates and with digital photos as evidence for the record. The South African Reptile Conservation Assessment initiative is having great success with a “Virtual Museum”

website where members of the public can submit their photos accompanied with precise locality information, and the species are subsequently identified by specialists based on the photos (as much as possible), and the distributional information subsequently is integrated in a mapping database.

A dedicated website has already been created at [www.sahonagasy.org](http://www.sahonagasy.org) and this will be developed further for the purposes of the IUCN/ASG in Madagascar. Beside this, it is also worth stating that some parallel initiatives have been suggested. As an example, Association Vahatra is



*Gephyromantis boulengeri*, Betampona

le sont pas réellement car l'accès à cette ressource est lent, coûteux ou totalement absent à Madagascar. De nombreux manuscrits importants non publiés, à savoir les thèses et rapports de consultance sont encore inaccessibles au public et aux chercheurs. La meilleure solution est de les répertorier dans une référence bibliographique complète et de développer un moyen pour faciliter l'accès libre à ces documents.

Dans ce contexte, il serait très avantageux de mettre en

place un site web qui comprenne (1) la littérature sur les amphibiens malgaches (y compris les anciennes publications sous format PDF qui n'ont pas de droit d'auteur, les rapports préliminaires et les “littératures grises” venant des ONG ou CAFF/CORE etc); (2) des photographies de spécimens préservés et la représentation de spécimens vivants de plusieurs espèces; (3) les liens directs avec les banques de gènes (Genbank), pour la consultation des séquences d'ADN et une base de données de codage ADN pour des séquences disponibles; (4) des informations sur la distribution et l'histoire naturelle (avec un lien direct sur le site Amphibiaweb, GAA et autres bases de données);

(5) des fichiers audio des chants de grenouilles; (6) des copies PDF d'exemplaires de Maîtrise, de DEA et de thèses de doctorat se rapportant aux amphibiens malgaches.

Un tel site pourrait également inclure un masque interactif de saisie pour les bénévoles qui souhaitent insérer leurs observations: les enregistrements de distribution avec des coordonnées géographiques précises et des photos à l'appui. “The South African Reptile Conservation Assessment initiative” a un grand succès avec son site web, “Musée Virtuel”, car des privés peuvent soumet-

preparing a website and that will make old natural history documents available as PDF. By linking all these sites and projects we will obtain a functional network of web-based services.

### Sharing the taxonomic expertise

A further important aspect of the collaborative efforts is the need to have an efficient service of taxonomic consultancy. A correct taxonomic determination is badly needed, since conservation agencies and public services require accurate, up to date and reliable species lists for protected areas and for areas expected to integrate into the protected area network. This issue directly links field surveys and the national collection that needs to be easily accessible and properly managed.

As determination using external characteristics becomes less reliable in Madagascar because many species are morphologically similar, DNA barcoding, and acoustic recognition are often needed for more reliable identification. This service requires both expertise and technical capacities but offers good opportunities for collaboration between Malagasy and international stakeholders. However, with recent technical advances, some parts of these analyses could be done in Antananarivo. DNA extraction, PCR and the data analysis could be done in Madagascar and the sequencing process outsourced to private companies.

Finally, for a high-throughput workflow involving a laboratory in Madagascar, regular and stable funding for both consumables and personnel will be recommended, something that is not available at present. While molecular laboratory capacity in Madagascar is being built, it will be important as an intermediate step to define how the existing laboratories could do the work, and to whom the results will belong.

### Public awareness

It is also recommended to increase public awareness regarding the importance of the amphibians and their natural environment. Intuitively, education plays a crucial role in biodiversity conservation, especially when it deals with neglected groups like the amphibians. With the exception of a few edible amphibian species, local people are not

tre leurs photos accompagnées d'informations précises de localités. Les espèces sont ensuite identifiées par des spécialistes (autant que possible) à partir des photos. L'information sur la distribution serait par la suite intégrée à une base de données cartographique.

Un site a été déjà créé, [www.sahonagasy.org](http://www.sahonagasy.org), et il a la même orientation que l'UICN/ASG à Madagascar. Il est à souligner que d'autres initiatives parallèles seront également initiées. A titre d'exemple, l'Association Vahatra est en train de créer un site web et mettra à disposition en format PDF de vieux documents sur l'histoire naturelle. En créant un lien entre tous ces sites et projets, nous obtiendrons un réseau fonctionnel de services sur le web.

### Partage d'expertise en taxonomie

Un aspect important dans les efforts de collaboration est le besoin d'avoir un service efficace de consultation taxonomique. Il s'avère nécessaire d'avoir une systématique correcte parce que les agences de conservation et les services publics sollicitent une liste des espèces mise à jour et sûre, au service des aires protégées déjà existantes ou en cours. Cette démarche est liée directement à des travaux de terrains grâce auxquels la collection nationale est facilement consultable et bien gérée.

Aussi, il devient de plus en plus évident que la détermination morphologique externe commence à être peu efficace à Madagascar, car beaucoup d'espèces sont morphologiquement semblables. Ainsi, l'ADN associée à l'identification acoustique est souvent nécessaire pour une détermination fiable. Ce service requiert des capacités techniques et d'expertises mais offre de bonnes opportunités de collaboration entre les parties prenantes malgaches et internationales. Toutefois, avec les récents progrès de la technique, quelques parties de ces analyses peuvent se faire à Antananarivo. L'extraction d'ADN, de PCR et l'analyse des données peuvent être fait à Madagascar mais le processus de séquençage doit ensuite être sous-traité à des entreprises privées.

Des financements réguliers et stables seront nécessaires pour payer le personnel du laboratoire de Madagascar ainsi que l'achat de produits consommables. Comme le laboratoire moléculaire à Madagascar est en cours de construction, il sera important de définir comment les laboratoires

generally aware of the frogs that occur in Madagascar, and their meaning and importance for ecosystem health. It is therefore important to raise the levels of awareness of the general public. While it is clearly difficult to make this vision change in a few generations, it is likely that some well-defined projects could help in redirecting peoples' attention, especially in the main towns or around priority conservation sites.

The recent field guide by F. Glaw and M. Vences represents major progress in raising public awareness. This book is available in both English and Malagasy, with the latter funded by the World Bank "Local Language Field Guide" program. The translation was a gigantic task (the book has over 500 pages and over 1500 colour photos) and was carried out jointly by members of the Association Mitsinjo and of the UADBA, and it needed the definition and creation of many novel technical terms. The translated version of the field guide also includes an introductory chapter, explains in Malagasy language basic concepts of systematic, biodiversity and conservation. This Malagasy translation will certainly give new energy and emphasis to the studies of frogs and their conservation, not least because the texts can be downloaded free as a PDF.

At the same time a short and user-friendly booklet on the amphibians of Madagascar has been produced under the coordination of F. Andreone, M. Bungard, and K. Freeman. It is also being distributed by many environmental organisations in Madagascar and made available to schools in the major towns. Beside the basic biological references there is also a conservation section. The booklet is freely downloadable ([www.sahonagasy.org/docs/ENGLISH.pdf](http://www.sahonagasy.org/docs/ENGLISH.pdf)) in three languages (English, French, and Italian), and is also available in



*Mantidactylus cf. grandidieri*, Betampona

existants peuvent intervenir et à qui appartiennent les résultats durant cette étape de transition.

### Sensibilisation du public

Il est également recommandé de mieux sensibiliser le public à l'importance des amphibiens et de leur environnement naturel. L'éducation joue un rôle crucial dans la conservation de la biodiversité, particulièrement quand

celle-ci cible des groupes négligés comme les amphibiens. A quelques exceptions près, pour certaines espèces d'amphibiens comestibles, les populations locales ne sont généralement pas attentifs aux grenouilles qui se trouvent à Madagascar, et encore moins à leur signification et importance pour la santé de l'écosystème. Il est donc important d'accroître le niveau de sensibilisation du grand public. Même s'il est évidemment difficile de faire changer cette mentalité en l'espace de quelques générations, il est fort probable que des projets bien définis pourraient aider à la réorientation de la vision des gens, particulièrement dans les grandes villes et dans les sites à proximité des zones de

conservation prioritaire.

Le récent guide de terrain de F. Glaw et M. Vences représente un progrès majeur dans la sensibilisation du public. Ce livre est disponible en anglais et en malgache, il a été financé par la Banque mondiale par le programme "Local Language Field Guide". Cette édition est un travail énorme (plus de 500 pages et de 1500 photos couleurs) et est réalisée conjointement avec l'Association Mitsinjo et le Département de Biologie Animale. En outre, elle a nécessité la définition et la création de nouveaux termes techniques sur les amphibiens et les repti-

Malagasy ([www.sahonagasy.org/docs/MALAGASY.pdf](http://www.sahonagasy.org/docs/MALAGASY.pdf)).

les. Cette version traduite présente aussi un chapitre d'introduction sur le concept de base de la systématique, la biodiversité et la conservation. Elle va certainement donner un nouvel élan aux études sur les grenouilles et sur leur conservation, notamment parce que les textes peuvent être téléchargés gratuitement sous format PDF. En même temps, l'édition d'un livret pratique sur les amphibiens de Madagascar a été réalisée sous la coordination de F. Andreone, M. Bungard et K. Freeman. Il est également distribué à des organisations environnementales à Madagascar et mis à la disposition des écoles dans les grandes villes. A côté de la base de références biologiques, il y a également une section de conservation. Ce livret est téléchargeable gratuitement ([www.sahonagasy.org/docs/FRENCH.pdf](http://www.sahonagasy.org/docs/FRENCH.pdf)) en trois langues (anglais, français et italien), et il est aussi disponible en malgache ([www.sahonagasy.org/docs/MALAGASY.pdf](http://www.sahonagasy.org/docs/MALAGASY.pdf)).

---

### Key bibliography - Bibliographie clé

Andreone F. (editor), 2008. Frogging Madagascar: a free chat on frogs and frog conservationists across the Red Island. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Andreone F., Bungard M. & Freeman K., 2007. *Threatened amphibians of Madagascar*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Pukazhenthi B. S., Pelican K., Wildt D., 2007. Appendix A. genome resource banking. In: Gascon C. et al. (eds), *Amphibian Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland and Cambridge.

---

| Project priorities<br>Priorités du projet   | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe   | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|---|------------------------------|--|--|
| Activation of an Amphibian Executive Secretariat / Activation d'un Secrétaire Exécutif pour les Amphibiens  | IUCN/ASG                     | NGOs, universities, institutions / ONG, universités, institutions  | 60 000                                   |
| Ethics and standards in the definition of collection use and DNA samples / Éthique et standards pour la définition de l'usage des collections et des échantillons d'ADN | IUCN/ASG, DGEFT              | Universities, institutions, NGOs, associations / Universités, institutions, ONG, associations                                      | 20 000                                   |
| Awareness raising / Sensibilisation du public   | IUCN/ASG, DGEFT              | Universities, NGOs, associations, regional and local authorities / Universités, ONG, associations, autorités régionales et locales | 40 000                                   |
| Management of an amphibian information website / Gestion d'un site web pour les amphibiens  | IUCN/ASG                     | Universities, NGOs / Universités, ONG  | 10 000                                   |
| <b>TOTAL</b>  |                              |  | <b>130 000</b>                           |

## Monitoring Madagascar's amphibians

### Suivi des amphibiens de Madagascar

Angus I. Carpenter, Julian Glos, Vincenzo Mercurio, Herilala Randriamahazo, Christopher J. Raxworthy, Denis Vallan, Miguel Vences, Franco Andreone

*The regular monitoring of changes in the distribution and abundance of amphibian species and populations is an important step in identifying declines. This is especially true for species in undisturbed habitats and for species under pressure from commercial exploitation. This kind of information needs to be collected using standardized and regular surveys, during which the diversity of amphibian communities, population sizes, and abundances are assessed. Due to the critical situation affecting most of Madagascar's natural habitats, with degradation, reduction and fragmentation of the natural forests, this monitoring action should become standard practice, and researchers should be involved in providing indications of species' range and population changes.*

*Le suivi régulier des changements dans la répartition et l'abondance des espèces et des populations d'amphibiens est important dans l'identification des déclin. Ceci est aussi bien valable pour les espèces vivant en milieu non perturbées que pour les espèces sous pression de l'exploitation commerciale. Ce type d'information doit être recueilli au moyen d'une étude standard et régulière au cours de laquelle la diversité des communautés d'amphibiens, la taille des populations et l'abondance sont évaluées. Vu la situation critique affectant la plupart des habitats naturels à Madagascar comme la dégradation, la réduction et la fragmentation des forêts, ce suivi devrait être une pratique courante et les chercheurs impliqués devraient fournir des indications sur la répartition des espèces et l'évolution de la population.*

28

#### The need for monitoring

A pressing issue in the context of the worldwide amphibian decline regards the ability to detect changes in population abundance and distribution within a timescale that allows various mitigation activities to counteract or, ideally, arrest the trends. Several questions were raised during the ACSAM workshop, for which monitoring is essential. These questions focus on the amphibian populations themselves, and do not attempt to use amphibian populations as indicators for habitat quality, or the fate of a particular habitat in general.

The key objectives are: (1) detecting, interpreting and understanding change in the composition of amphibian communities and (2) assessing temporal variation in the conservation status of the most threatened amphibian species.

This kind of information is collected by regular surveying, in which the diversity of amphibian communities, the

#### Le besoin en suivi

Dans le contexte du déclin mondial des amphibiens, la question pressante est de savoir quelle est la capacité à prévoir cette tendance au niveau de l'abondance de la population et de sa distribution avant que le déclin ne se produise, ceci dans le but de déployer des actions pour contrecarrer ou idéalement pour arrêter cette détérioration. Plusieurs questions clés ont été soulevées au cours de l'atelier ACSAM pour laquelle le suivi est essentiel. Elles portaient sur les populations d'amphibiens et non pas sur la qualité de l'habitat ou sur les caractéristiques générales d'un habitat particulier. Les principaux objectifs sont: (1) détecter, interpréter et comprendre le changement dans la composition des communautés d'amphibiens, (2) évaluer les variations temporelles du statut de conservation des espèces d'amphibiens les plus menacées.

Ces informations sont collectées par le biais d'inventaires réguliers pendant lesquels la diversité des communautés d'am-

population sizes and abundances are assessed in regular intervals through monitoring. Surveys of Madagascar's amphibians have traditionally consisted of single visits to many sites rather than repeated visits to the same site, and regular monitoring is rare. The replication of survey work, hopefully for a long time-period, could allow the detection of declining trends.

Moreover, regular work is also recommended to follow the population dynamics of those species that are being commercially exploited. Among several other types of data, such knowledge on population dynamics is necessary to be able to understand how many specimens can be removed from natural populations without posing a threat to the harvested population, a central maxim of the annual exportation quota permitted under CITES legislation.

### Long-term monitoring of forest amphibian communities

Long-term monitoring is needed to detect and identify changes in amphibian populations. Monitoring of communities differs from monitoring single species in many ways. One important reason is that it is difficult to obtain absolute numbers on population size or reliable density estimates for each species. Furthermore, no single monitoring protocol can encompass all the species present at a certain site, because the life history, ecology and habitat choice of the different species is obviously different. Moreover, the distribution and activity rhythm of the different species in a community within a site may be very different, and thus monitoring units (e.g., breeding sites, transects, plots) must be placed in a way that the whole spectrum of microhabitats within one site is adequately covered.

The objectives of the long-term monitoring approach are:



*Boophis* sp., Masoala

phibiens, la taille des populations et les abondances sont évaluées. Jusqu'à présent, les inventaires des amphibiens de Madagascar comportaient généralement une seule visite par site au lieu de suivis répétés et réguliers dans un même site. La répétition d'études sur un même site permettrait, sur le long terme, la détection des tendances de déclin des espèces.

Un travail régulier est aussi recommandé pour suivre la dynamique de population des espèces qui sont commercialement exploitées. Parmi d'autres données, cette connaissance acquise est absolument indispensable pour pouvoir appréhender le nombre d'individus qui peuvent être collectés dans la nature sans constituer une menace pour la survie de la population exploitée et pour servir de base au quota d'exportation annuel en vertu de la législation de la CITES.

### Suivi à long terme des communautés d'amphibiens forestiers

Le suivi à long terme est nécessaire afin de détecter et d'identifier les changements chez les populations d'amphibiens. Le suivi des communautés diffère d'un suivi simple des espèces sur un grand nombre de points. Premièrement, il est

difficile d'obtenir des chiffres exacts sur la taille des populations ou des estimations fiables de la densité pour chaque espèce. Deuxièmement, aucun protocole de suivi simple ne peut être applicable à toutes les espèces parce que leur histoire naturelle, leur écologie et le choix de leur habitat sont indubitablement différents. Les distributions et mœurs des différentes espèces sont très variées au sein d'une communauté d'un site, et les unités de suivi (par ex. sites de reproduction, transects ou placettes) doivent être placées de manière à ce que l'ensemble des microhabitats soit représenté. Les objectifs des approches de suivi à long terme sont les

(1) to analyse important community parameters at the respective site: species composition of communities, semi-quantitative data on community structure, distribution of species within one site; (2) to obtain quantitative data that allows comparisons of community parameters between different years and between different sites, and therefore allows the detection of change (over time) in the community parameters mentioned above.

This long-term effort has been already drawn within the framework of the Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) Initiative, a program established by Conservation International. TEAM's mission is to monitor long-term trends in biodiversity through a global network of tropical field stations, providing an early warning system on the status of biodiversity that can effectively guide conservation action.

To complement the TEAM initiative that will establish regular intensive monitoring of a diverse amphibian community at one rainforest site (Parc National de Ranomafana), a similar effort should also be developed in at least one dry forest site in western Madagascar, to account for the threats inherent to these areas. Implementation of regular monitoring at an additional rainforest sites where appropriate infrastructure and interest exists (e.g., Andasibe, Betampona) should be envisaged as well.

Each such start-up of a new intensive monitoring site must be preceded by an initial "calibration survey" where the amphibians present at a site are inventoried and identified using DNA barcoding and morphological reference collections. A specific sound library, in-situ reference collection of specimens and images, and identification sheets are then assembled to be used by the survey teams. Furthermore, cautionary hygiene protocols should be carefully followed to avoid diffusion of pathogens.

### Monitoring of altitudinal transects

Beside the monitoring of different forest (and other habitat) sites, a particular attention should also be devoted to the study of amphibians along elevational transects. As better explained in different chapter recent studies showed that one of the biological consequences of global warming is the shift of species distributions to higher elevation: tropical montane species are particularly vulnerable to extinction from upslope displacement because species

suiuants: (1) analyser les paramètres importants de la communauté des sites respectifs : la composition des espèces de la communauté, les données semi-quantitatives de la structure de la communauté, la distribution des espèces dans un site, (2) obtenir des données quantitatives relatives permettant les comparaisons des sites entre les différents paramètres de la communauté entre les années et entre les sites et donc permettre la détection de changements (dans le temps), des paramètres de la communauté sus-citées.

Cet effort de suivi à long terme a été déjà conduit dans le cadre de l'initiative du TEAM (Tropical Ecology Assessment and Monitoring) qui est un programme créé par Conservation International. Leur mission consiste à suivre les tendances à long terme de la biodiversité au moyen d'un réseau mondial de stations tropicales, fournissant un système d'alerte rapide sur l'état de la biodiversité pouvant guider efficacement les mesures de conservation.

Pour compléter l'initiative du TEAM, il sera établi un suivi intensif régulier pour diverses communautés d'amphibiens dans un site de forêt pluviale (Parc National de Ranomafana) où l'infrastructure est appropriée et présente un intérêt (par exemple Andasibe, Betampona). Un autre effort semblable devrait également être mis en application au moins dans un site de forêt sèche, à l'Ouest de Madagascar, pour expliquer les menaces inhérentes à ce secteur.

Le démarrage de nouveau site de suivi intensif doit être précédé par une "étude préliminaire" où les amphibiens présents sont inventoriés et identifiés en utilisant le codage ADN et des collections de références morphologiques. Une bibliothèque sonore spécifique, une collection de référence de spécimens et d'images in-situ et des feuilles d'identification sont mises à la disposition des équipes de terrains. De plus, des protocoles d'hygiène devraient être appliqués minutieusement pour empêcher la prolifération des maladies.

### Suivi des transects altitudinaux

En plus des suivis de différents sites forestiers (et d'autres habitats), une attention particulière devrait être concentrée sur l'étude des amphibiens suivant un transect altitudinal. Comme il a été mentionné dans d'autres chapitres, des études récentes ont montré que l'une des conséquences biologiques du réchauffement de la planète est le changement de la distribution des espèces en haute altitude : les espèces montagnardes tropicales sont particulièrement vulnérables aux

may be endemic to single massifs, and also confined to areas close to the summits. Budget for this activity is more properly reported in the climate change chapter.

### Monitoring of traded and threatened species

As stressed elsewhere, some Malagasy amphibians are regularly subject to commercial harvesting for the global pet trade. This is the case for most of the *Mantella* species. However, very little knowledge on the population densities and dynamics of these frogs is available to permit objective judgment on the impact of current harvests on wild populations. Furthermore, special attention should be paid to species classified as "critically endangered" by the IUCN Red List.

Therefore, we recommend that regular monitoring should be conducted on some selected traded species, chosen on the basis of their IUCN status. This choice should also follow recommendations given in the chapter dedicated to trade and harvesting. Field studies on traded and threatened species should give indications on their population trend. For this, it is crucial to establish specific monitoring programs for threatened and/or commercially exploited species, with the goal of understanding their population trends. In particular, this will be useful to evaluate accurate estimates of abundance and density in selected populations, in order to provide crucial information to managers adjusting exportation quotas and assessing the impact of commercial collecting. We recommend to start with species where initial groundwork has already been carried out, information for site selection is available, and monitoring has in part already begun. It is crucial to detect population trends in these



*Mantella nigricans*, Anjanaharibe-Sud

déplacements ascendants des habitats. Des espèces peuvent être endémiques d'un massif et donc confinées aux aires fermées par les sommets. Le budget de cette activité est présenté dans le chapitre changements climatiques.

### Suivi des espèces menacées et commercialisées

Comme il a été déjà mentionné, certains amphibiens malgaches font l'objet régulier de collectes destinées au commerce

mondial des animaux de compagnie, ceci est le cas de la plupart des espèces de *Mantella*. Cependant, les connaissances sur les densités et dynamiques de la population de ces grenouilles sont lacunaires. Elles ne permettent pas un jugement objectif sur l'impact des collectes actuelles sur les populations sauvages surtout des espèces classées "gravement menacée" selon la Liste Rouge de l'IUCN.

Par conséquent, nous recommandons qu'un suivi régulier soit mené sur certaines espèces commercialisées; espèces sélectionnées selon leur statut UICN. Ce choix devrait également suivre les recommandations indiquées dans le chapitre sur le commerce et les espèces collectées. Des études de terrain sur les espèces

commercialisées et menacées devraient également apporter des indications et aider à comprendre la tendance de l'évolution de la population. Ainsi, il est essentiel d'établir des programmes de suivi spécifiques pour les espèces menacées et/ou exploitées commercialement, dans le but de comprendre ces populations. En particulier, cela servira à estimer l'abondance et la densité des populations sélectionnées dans le but de fournir des informations déterminantes aux gestionnaires de quotas d'exportation, ainsi qu'une évaluation de l'impact de la collecte.

Nous recommandons de commencer avec des espèces pos-

species for the following objectives: (1) provide a warning mechanism of negative trends; (2) develop actions to avoid population extinction; (3) evaluate the success of ongoing conservation actions.

### Formation of local specialists

The regular and continuative monitoring activity needs the formation of specialized people, able to devote a considerable span of time. We recommend that local herpetologists will be more and more involved in this long-term activity, especially for coordinating the actions. Anyhow, a special attention should also be paid to form local guides that can recognize amphibians at level of morphospecies. We also suggest that that regularly collect data on presence/absence of species, and on any other peculiar behaviour or observation. Frogs should be documented using digital cameras, and photographs should be made available to the IUCN/ASG. In some cases these specialists could be formed to collect tissue samples on adults and tadpoles.

### Complementary monitoring actions

**32** During monitoring, any observation pointing to possible amphibian disease will be noted (dying frogs, frogs with abnormal behavior, and frogs with parasites). This will provide additional information to the general disease monitoring that has to be developed in many amphibian populations and communities.

Thus, authorization for monitoring studies need to include permission to collect such abnormal specimens, as well as the collection of swabs for *Batrachochytrium dendrobatidis* identification and toe clips. Safety protocols will be included within the monitoring protocols to ensure that no infectious agents are transferred between sites. As far as possible, the local human population will be informed about the goals, and asked to participate in the monitoring, and qualified local assistants be selected.

A crucial aspect of the monitoring will be that all data is made available soon after their collection as open access via the internet. As part of the monitoring protocol, researchers/technicians returning from the field will immediately enter their data into a database, and this database will be made available through the web.

sédant des données de terrain, pour lesquels des informations sur les sites et le suivi sont en partie entamées. Il est essentiel de détecter les tendances de la population de ces espèces pour les objectifs suivants: (1) fournir des mécanismes d'alerte des tendances négatives, (2) développer des actions pour éviter l'extinction des populations, (3) évaluer le succès des actions de conservation en cours.

### Formation de spécialistes locaux

Des activités de surveillance continues et régulières nécessiteront la formation de personnes spécialisées dans un temps limité. Nous recommandons que les herpétologues locaux soient plus impliqués dans cette activité à long terme, particulièrement pour coordonner les actions. Quoi qu'il en soit, une attention particulière devrait être également accordée dans la formation de guides locaux sur la morphologie des amphibiens pour une reconnaissance sur le terrain. Nous suggérons aussi la collecte régulière de données sur la présence ou l'absence d'espèces ainsi que sur les comportements particuliers ou toutes autres observations jugées utiles. Les grenouilles doivent être photographiées au moyen d'appareils photo numériques, les clichés devraient être mis à la disposition de l'IUCN/ASG. Dans certains cas, ces spécialistes pourraient être formées pour recueillir des échantillons de tissus d'adultes et de têtards.

### Action de suivi complémentaire

Durant les suivis, des maladies remarquées sur les amphibiens seront notées (par exemple grenouilles mourantes ou ayant un comportement anormal et leurs parasites). Ceci fournira des informations supplémentaires sur le suivi des maladies développées par beaucoup de populations et de communautés d'amphibiens.

Ainsi, le permis d'autorisation de suivi devrait mentionner le droit de collecter des spécimens présentant des anomalies, des frottis pour l'identification de *Batrachochytrium dendrobatidis* ainsi que des portions d'orteils. Le protocole d'hygiène sera compris dans le protocole de suivi pour veiller à ce que les agents infectieux ne soient transférés entre les sites. Autant que possible, la population locale sera informée des objectifs et sera invitée à participer au suivi par l'intermédiaire des meilleurs assistants locaux.

Un des aspects important du suivi est la disponibilité de to-

utes les données et leur accès sera libre immédiatement après la collecte. Dans le cadre du protocole de suivi, les chercheurs et les techniciens revenant du terrain inséreront immédiatement leurs données dans une base de données accessible via le site Web.

## Key bibliography - Bibliographie clé

Bennun L., Davies G., Howell K., Newing H. & Linkie M., 2004. *La biodiversité des forêts d'Afrique: Manuel pratique de recensement des vertébrés*. Earthwatch Institute (Europe), Oxford.

Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid M.W., Hayek L.-A. C. & Foster M.S., 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.

Rödel M.-O. & Ernst R., 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10: 1–14.

| Project priorities<br>Priorités du projet  | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe  | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|--|------------------------------|---|--|
| Establish a monitoring protocol for traded species / Définition d'un protocole de monitoring pour les espèces commercialisées                  | IUCN/ASG                     | Institutions, NGOs, associations, universities / Institutions, ONG, associations, universités                   | 30 000                                   |
| Monitoring of selected communities and sites / Monitoring de communautés et de sites sélectionnés  | UADBA ,<br>IUCN/ASG          | Institutions, NGOs, associations, museums / Institutions, ONG, associations, muséums                            | 50 000                                   |
| Long-term assessment at one rainforest and one dry forest site / Monitoring a long-terme d'un site a forêt pluviale et d'un site a forêt sèche | UADBA ,<br>IUCN/ASG          | Institutions, NGOs, associations, universities, museums / Institutions, ONG, associations, universités, muséums | 120 000                                  |
| Monitoring of elevational transects / Monitoring des transects altitudinaux  | UADBA ,<br>IUCN/ASG          | Institutions, NGOs, associations, museums / Institutions, ONG, associations, universités, muséums               | 100 000                                  |
| <b>TOTAL</b>   |                              |   | <b>300 000</b>                           |

## Managing emerging amphibian diseases

### Gestion des maladies émergentes des amphibiens

Ché Weldon, Luis Du Preez

*The appearance of emerging pathologies has caused the collapse of amphibian species and populations at local and global scales. This has become particularly evident in the case of Batrachochytrium dendrobatidis (Bd). This pathogen has not yet been detected in Madagascar, but given its potency, complacency should be avoided and appropriate preventative measures implemented. In the absence of specific resistance to Bd, its introduction to Madagascar could cause massive declines. The introduction of Bd could occur through a variety of sources: importation of aquatic animal species, plants, machinery or building materials. Furthermore, evidence is accumulating that climate change could, under particular conditions, foster the outbreak of Bd. Facing this situation, it is important to establish long-term guidelines to monitor the health status of the amphibian populations in Madagascar and to determine a political position to control and regulate any importation of allochthonous species of frogs, tropical fish and other ectotherm vertebrates.*

*L'apparition de nouvelles pathologies a causé l'effondrement des espèces et des populations d'amphibiens à l'échelle locale et mondiale. Ceci est devenu particulièrement évident dans le cas de Batrachochytrium dendrobatidis (Bd). Ce pathogène n'a pas encore été décelé à Madagascar mais vu ses ravages dans le reste du monde, des mesures appropriées devront être mise en œuvre. En cas d'absence et de manque de résistance spécifique à Bd, son apparition à Madagascar pourrait causer des extinctions massives. L'introduction de Bd pourrait avoir lieu par différentes sources, telles que l'importation d'espèces animales aquatiques, de plantes et de matériaux de construction ou de machines. De plus, le changement climatique pourrait sous des conditions particulières, stimuler la manifestation de Bd. Face à cette situation, il est important d'établir des mesures à long terme de suivi de l'état de santé des populations d'amphibiens à Madagascar et de déterminer une politique de contrôle et de régulation de toutes importations d'espèces de grenouilles allochtones, de poissons tropicaux et d'autres vertébrés ectothermes.*

34

#### Emerging pathologies as a threat for amphibians

The biggest contributors of amphibian declines include habitat loss, environmental contamination, exotic predators, climate change and disease. One of the most virulent diseases of amphibians is chytridiomycosis caused by the amphibian chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*, unluckily globally well-known. Two factors in particular contribute to the potency of chytridiomycosis (from here onwards Bd); the ability to affect entire amphibian assemblages and a rapid rate of spread. For these reasons Bd has been associated with amphibian population declines and extirpations from the Australian and American tropics, western USA, Europe and East Africa. Bd poses a potential threat to amphibian diversity eve-

#### Pathologies émergentes: une menace pour les amphibiens

Les plus grands contributeurs au déclin des amphibiens sont la perte d'habitat, la contamination de l'environnement, les prédateurs exotiques, le changement climatique et la maladie. Une des maladies les plus virulentes chez les amphibiens est la chytridiomycosis provoqué par le mycète de chytride, *Batrachochytrium dendrobatidis* (appelé ici Bd), malheureusement bien connu dans le monde. Deux facteurs contribuent au pouvoir de la chytridiomycosis: la capacité d'affecter des communautés entières et le taux de propagation rapide. Pour ces raisons, Bd a été associé aux déclin des amphibiens et aux éradications des populations tropicales australiennes et américaines, la partie occidentale des Etats-Unis, de l'Europe et de l'Afrique de l'Est.

rywhere and should not be ignored. Bd has rarely been included in discussions about the threats to the Malagasy batrachofauna, because the likelihood was not investigated until recently. Once introduced there is virtually no way of stopping the disease and Bd has the potential to literally wipe out species. Preliminary data suggest that Malagasy frogs might be highly susceptible to Bd. Some individuals of tomato frog (*Dyscophus antongilii*) died in an European zoological garden after accidental exposure to Bd. Taxa particularly prone to extinction are those with limited geographical distribution and low reproductive rate, of which Madagascar has many.

The moment that the live animal trade is involved in an infectious disease system, the risks of pathogen dispersal within the system (Malagasy frogs) and beyond (export countries) increases considerably. Dealing in the international pet trade implies that Madagascar is a high-risk country for disseminating associated disease agents. Depending on whether it is present or not, the extent of the risk may be the likelihood that Bd may cause disease in amphibians acquired via Malagasy frog exports in importing countries, or the likelihood of disease in local Malagasy frogs if already present or as a consequence of introduction. Because the frog trade via Madagascar is unidirectional (exports only) the biggest risk for frog-to-frog transmission between countries is exporting potential pathogens from Madagascar. However, amphibian chytrid could enter Madagascar through the importation of tropical fish or other aquatic vectors or even via wet mud on footwear of people entering from abroad. Evidence is accumulating that climate change could, under particular conditions, foster the outbreak of Bd. Moreo-



*Platypelis* sp., Betampona

Bd apporte une menace potentielle pour la diversité des amphibiens partout dans le monde et de ce fait ne doit pas être ignoré. En outre, Bd a rarement été inclus dans les discussions sur les menaces de la batracofaune malgache, parce que les probabilités d'une contamination n'ont pas été étudiées jusqu'à présent. Une fois que la maladie est introduite dans un pays, il n'y a pratiquement aucun moyen de l'arrêter, alors qu'elle a le potentiel de décimer des espèces entières. Les données préliminaires suggèrent que les grenouilles

malgaches peuvent être fortement sensibles au Bd. En effet, quelques individus de l'espèce *Dyscophus antongilii* (grenouille tomate) sont mortes dans des parcs zoologiques européens après une exposition accidentelle au Bd. Les taxons particulièrement enclins à l'extinction sont ceux avec des répartitions géographiques restreintes et des taux de reproduction bas, profils très présents à Madagascar.

Au moment où le commerce d'animaux vivants est impliqué dans un système de transfert de maladie infectieuse, les risques de propagation de pathogènes aux grenouilles malgaches augmentent considérablement. Le commerce international d'animaux implique que Madagascar est un pays à haut risque de dissémination d'agents pathogènes. Indépendamment de la présence ou non de Bd, l'ampleur du risque est probablement que, par le biais du commerce de grenouilles malgaches ou provenant d'autres pays, il y ait une transmission de diverses maladies aux grenouilles locales des pays importateurs. Comme le commerce des grenouilles à Madagascar est unidirectionnel (uniquement des exportations), le plus grand risque dans la transmission de grenouille à grenouille entre les pays est l'exportation potentielle de pathogènes en provenance de Madagascar. Cependant, le chytride des amphibiens pourrait entrer à Madagascar par le biais d'importations de poissons

ver, compelling evidence from Panama indicated how *B. dendrobatidis* arrived and spread like an epidemic wave through the country. As a consequence, even regions so far not affected by the disease could become so in the near future. A further contribution also indicates that large parts of Madagascar have a favorable climate for *Bd* based on a prediction model developed on distribution data from the New World.

### Current information on chytridiomycosis

When writing this chapter four attempts at surveying Madagascar frogs for *Bd* have so far been conducted during the rainy seasons of 2005, 2006, 2007, 2008. Chytridiomycosis was not detected in either of the first two surveys. The frogs tested negative for both histological and qPCR (quantitative polymerase chain reaction) analysis. The regions surveyed included Maroantsetra in the north-east, Andasibe, and Ranomafana in the central east, and Ambohitantely, Antananarivo, Ambatolampy and Ankaratra in the central highlands. Three new biogeographic regions were additionally surveyed during 2007 namely Ankarafantsika in the west, Isalo in the southern centre and Toliara in the southwest and Ranomafana was resurveyed.

36

The apparent absence of *Bd* from the selected locations is encouraging, because they span a wide range regions and elevations, including various mid-altitude and high-altitude sites where climatic conditions are probably most favorable for chytrid spread (900-1700 m), but also two coastal sites, including a major port of entry, and some specimens from high elevations above 2000 m in the Ankaratra Massif. However, these data are by no means a conclusive indication of the chytridiomycosis classification of Madagascar nor do they suggest that *Bd* is not a threat.

The rapidity with which *Bd* has spread to native populations causing extinctions or declines may be a forewarning of the problems to be caused by this disease in the future in countries that are currently chytrid free. A rapid assessment of the vectors and mechanisms contributing to the global spread of amphibian chytrid is essential, and should be conducted especially in countries involved in the amphibian trade. A more detailed and comprehensive study in Madagascar is therefore of the utmost importance.

tropicaux ou d'autres vecteurs aquatiques ou même par l'intermédiaire de la boue humide sur les chaussures des personnes venant de l'étranger.

Il a été montré que le changement climatique dans des conditions particulières pourrait stimuler la manifestation de *Bd*. D'ailleurs, le cas du Panama a indiqué comment les *Bd* sont arrivés et se sont propagés comme une vague épidémique à travers le pays. Par conséquent, même des régions éloignées encore non affectées pourraient le devenir dans un proche avenir. En outre, une grande partie des régions biogéographiques de Madagascar possède un climat favorable au développement de *Bd* basé sur un modèle de prévision développé à partir des données de distribution du Nouveau Monde.

### Information actuelle sur la chytridiomycose

Pendant l'écriture de ce chapitre, quatre études différentes ont été portées sur les grenouilles malgaches afin d'évaluer l'effet de *Bd* durant la saison des pluies de 2005, 2006, 2007 et 2008. Aucune chytridiomycose n'a été détecté dans les deux premières études. Les examens des grenouilles ont été négatifs autant pour l'analyse histologique que pour l'analyse qPCR (réaction quantitative de la chaîne polymérase). Les régions étudiées comprenaient la partie nord-est (Maroantsetra), la partie centrale (Andasibe et Ranomafana), et les hautes montagnes centrales (Ambohitantely, Antananarivo, Ambatolampy et Ankaratra). Trois nouvelles régions biogéographiques ont été examinées pendant l'année 2007, notamment Ankarafantsika dans l'ouest, Isalo au centre méridional, Toliara dans le sud-ouest et encore Ranomafana dans l'Est.

L'absence apparente de *Bd* dans les endroits sélectionnés est encourageante parce qu'ils comprennent une large gamme de distributions biogéographiques et d'altitudes, incluant divers sites de moyenne altitude et haute altitude où les conditions climatiques sont probablement plus favorables à la propagation de chytride (900-1700 m). Il en est de même pour deux sites côtiers incluant un port important d'entrée et aussi des spécimens de très haute altitude (au-dessus de 2000 m dans le massif d'Ankaratra). Cependant, ces données ne sont nullement une indication concluante sur la classification de la chytridiomycose de Madagascar ni une confirmation que le *Bd* n'est pas une menace.

La rapidité de propagation du *Bd* aux populations natives

## Conservation actions to manage pathogen occurrence

Three possible options exist for managing pathogens depending on the status of infection. When a pathogen is not yet present in a system (e.g. watershed, country, and continent), the emphases should fall on prevention. When dealing with an infected system, the pathogens can either be eradicated or controlled to reduce their effects. Because Madagascar is assumed chytrid-free at this time emphasis must be on measures preventing introductions. However, a contingency plan needs to be in place in case pathogens do emerge at some point. Eradication of Bd from the wild is not yet a viable option due to the ability of the fungus to survive in the environment and because no effective remediation process exists that can be applied to all species and life stages of amphibians. Measures to control the effect and spread of pathogens are therefore the second avenue that should be pursued. The objectives and actions listed below are aimed at assessing and curtailing the potential threat those pathogens; especially Bd poses to the frogs of Madagascar through surveys, management and research.

### Screening the frogs across taxonomic and geographic ranges.

The preferred technique for screening frogs should be sensitive and non-invasive such as swabbing for qPCR analysis. If reports of enigmatic declines occur, the affected areas should receive first priority. The survey should further include areas of high biodiversity and unique frog assemblages, areas of concern that have been under pre-



*Aglyptodactylus madagascariensis*, Farankaraina

provoquant leur extinction ou leur déclin doit être étudiée afin d'empêcher leurs effets néfastes encourus par les pays encore non contaminés par la maladie. Une évaluation rapide des vecteurs et des mécanismes contribuant à la diffusion générale du chytride est essentielle et devrait être entreprise particulièrement dans les pays impliqués dans le commerce des amphibiens. Une étude plus détaillée et plus complète à Madagascar est donc primordiale.

### Actions de conservation pour la gestion des agents pathogènes

Trois options possibles existent pour gérer les pathogènes selon l'état d'infection. Quand un pathogène n'est pas encore présent dans un système (par exemple système aquatique, pays, continent), les actions devraient être axées sur la prévention. En traitant un système infecté, les pathogènes peuvent être soit éradiqués, soit contrôlés pour réduire leurs effets. Comme le chytride est encore absent actuellement à Madagascar, des mesures préventives pour empêcher l'introduction sont nécessaires. Cependant, un plan d'urgence doit être en place au cas où les pathogènes émergeraient.

L'éradication dans les milieux naturels n'est pas encore une option viable ; cela est dû à la capacité de survie du mycète dans l'environnement et à l'inexistence d'un processus efficace pour une application à toutes les espèces et aux différents stades de développement de la vie des amphibiens. Des mesures de contrôle de la propagation des pathogènes sont donc la deuxième issue qui devrait être réalisée. Les objectifs et les actions énumérés ci-dessous visent à évaluer la menace potentielle des pathogènes, particulièrement le Bd menaçant les grenouilles de Madagascar, par le biais de suivis, de gestions et de recherches.

vious threats of fragmentation and deforestation, areas of major tourist destinations that augment the risk of disease transmission and ports of entry where chytrid introduction would be most likely. Priority areas that have not yet been surveyed are the specious northern Madagascar and major ports of entry on the east coast.

### **Revision of the animal trade regulations**

The likelihood of infected frogs entering or leaving the country depends on the animal health certification policy of Madagascar. If Bd or other pathogens are detected in Madagascar it will be vital that quarantine and veterinary diagnostic testing of animals intended for export will be practiced. This implies that the diagnostic services of animal health services should be expanded to recognize Bd and other pathogens. Guidelines for amphibian translocations that include specific quarantine and testing recommendations for Bd have been developed and published at many websites and could be tailored to meet the specific requirements of Madagascar. Amphibian chytrid has been shown to survive for several weeks in water. When freshwater fish or other aquatic organisms are imported from chytrid infected facilities there is a severe risk of introducing chytrid into Madagascar. These risk factors need to be drafted into the animal trade regulations.

38

### **A development and implementation of a pathogen hygiene protocol**

The protocol should function around controllable units that include the handling of frogs in the field, husbandry and laboratory practices, and customs regulations. Also, the protocol should be applicable to both the scientific community and the animal trade. Various amphibian pathogen hygiene protocols have been developed for Australia and the U.S.A. that consider the movement of amphibians and other research activities to minimize anthropogenic spread of pathogens.

### **An emergency response plan**

An emergency response team should be appointed for the purpose of investigating any reports of amphibian mortality. Part of their responsibilities must be to con-

### **Examiner les grenouilles à travers les gammes taxonomiques et géographiques**

La meilleure technique pour le dépistage des grenouilles doit être simple comme le frottis par analyse qPCR. Si des rapports des déclinés énigmatiques se produisent, les aires affectées devraient être la première priorité. Par la suite, l'étude devrait inclure des localités à biodiversité élevée et des communautés de grenouilles particulières. Les zones concernées, comme celles qui ont été sous des menaces de fragmentation et de déforestation, tels que les sites à vocation touristique qui augmentent le risque de transmission de la maladie et les ports qui sont des lieux d'entrée possible de chytride, seraient les endroits les plus sensibles. Les régions prioritaires qui n'ont pas encore été examinées sont la région du Nord de Madagascar et les ports principaux d'entrée sur la côte Est.

### **Réviser la réglementation du commerce**

La probabilité d'infection des grenouilles, entrant ou sortant du pays dépend de la politique de certification de la santé des animaux de Madagascar. Si le Bd ou d'autres pathogènes sont détectés à Madagascar, il sera essentiel qu'une quarantaine et un diagnostic vétérinaire des animaux destinés à l'exportation soient pratiqués. Ceci implique que le service de la santé des animaux soit renforcé pour identifier le Bd et les autres pathogènes. Des directives pour la translocation des amphibiens, incluant une quarantaine spécifique et les recommandations d'essai pour le Bd, ont été développées et publiées par plusieurs sites web et pourraient être travaillées pour répondre aux exigences spécifiques de Madagascar. Il a été démontré que le chytride de l'amphibien peut survivre durant plusieurs semaines dans l'eau. Quand des poissons d'eau douce ou d'autres organismes aquatiques infectés sont importés, il y a un risque grave d'introduction de chytride à Madagascar. Ces facteurs de risque doivent être prévus dans les règlements du commerce d'animaux.

### **Développer et mettre en place un protocole d'hygiène contre les pathogènes**

Le protocole devrait fonctionner autour d'unités contrôlables qui incluent la manipulation des grenouilles sur le terrain, l'élevage, les pratiques en laboratoire, et inclus dans les

duct a complete pathogen survey and to restrict all deliberate movement of frogs to and from the affected sites (e.g. collecting for pet trade) until the investigation has been completed. The team should also be tasked with keeping a national database of amphibian pathogen related events. Ideally the team should consist of members from the academic and veterinary science communities.

### Control the introduction of alien species

Luckily, until now no introduction of allochthonous amphibian species has been documented, and this constitutes an advantage, given that the international pet-trade has been seen as a probable way to introduce amphibian pathogens. At present, the trade in live animals and plants appears to be mainly uni-directional (from Madagascar to elsewhere), although an increase in importation of aquarium plants and animals has been recently observed. Therefore, particular attention should be paid to the introduction of exotic species (plants and animals) and machinery for excavation especially from countries already exposed to Bd.

The latter case should be carefully considered in relation to the expanding extraction industry in Madagascar and associated port improvements. In terms of the introduction of exotic animals, special attention should be paid to a recently introduced crayfish (*Procambarus* sp.) that is becoming invasive in many areas of Madagascar's plateau. This crustacean is particularly invasive, due to the fact that it reproduces via parthenogenesis. Although Bd has not yet identified on potential crayfish vectors, further studies are needed, also to understand how this *Procambarus* has been introduced. Aquarium



*Dyscophus antongilii*, Maroantsetra

règlements douaniers. En outre, il devrait être applicable à la fois à la communauté scientifique et au commerce d'animaux. Divers protocoles d'hygiène contre les pathogènes des amphibiens ont été développés pour l'Australie et les Etats-Unis prévoyant le déplacement des amphibiens et d'autres activités de recherche pour réduire au minimum la propagation anthropogénique des pathogènes.

### Développer un plan d'urgence

Une équipe d'urgence devrait être nommée afin d'étudier tous les rapports sur la mortalité des amphibiens. Sous leurs responsabilités, il devrait être réalisé un suivi complet sur le pathogène et la restriction de déplacement délibéré de grenouilles vers ou de sites affectés (par exemple collecte d'animaux de compagnie) jusqu'à ce que la cause de cette mortalité soit connue. L'équipe devrait également tenir une base de données nationale des événements liés au pathogène des amphibiens. Idéalement, l'équipe devrait être composée de membres des communautés scientifiques, universitaires et vétérinaires.

### Contrôle de l'introduction d'espèces nuisibles

Heureusement, jusqu'à présent, aucune introduction d'espèce d'amphibien allochtone n'a été réalisée, et cela représente un avantage étant donné que le commerce international constitue un moyen d'introduction probable de pathogènes d'amphibiens. Actuellement, le commerce d'animaux vivants et de plantes semble être principalement uni-directionnel (de Madagascar vers l'extérieur), même si une augmentation des importations de plantes et d'animaux d'aquarium a été récemment observée. Ainsi, une atten-

fish too are considered as possible vectors although the risk may be considered low given the lack of aquarium hobbyists in Madagascar.

### Research and annual monitoring

Some actions are also recommended to understand the susceptibility of Malagasy amphibians to chytridiomycosis. They are here listed:

*Quantitative analysis through susceptibility experiments to identify species in which the disease can develop* - Frogs selected for these experiments should be from a taxonomic range representative of the Malagasy fauna and strictly non-CITES species. Exposure experiments should be conducted under quarantine at a facility outside Madagascar and should make use of Bd strains native to that country.

*Qualitative analysis by considering risk factors that are most frequently associated with Bd induced population declines* - Each species should be evaluated with a set of parameters that include the conservation status of species and known high-risk factors for Bd such as high-altitude, stream breeding species, low fecundity and large body size. The species risk categories developed this way can help direct conservation action.

*Annual monitoring program.* Monitoring is required to determine if and when chytrid status in a given population or area changes. Sites for monitoring should be selected considering the outcome of the chytrid survey, within the framework for prioritizing areas. Monitoring is also essential when planning future experimental trials that involve habitat manipulation or translocation. An added benefit of monitoring disease is that population data of the hosts are also attained without much additional effort and at no additional costs. Any dead, moribund or diseased frogs encountered during monitoring should be collected and sent to the emergency response team.

*Communication opportunities for sharing of information.* Integration of the knowledge gained from the survey and research activities can aid in updating the action plan. The action plan must be made available to conservation au-

tion particulière devrait être accordée à l'introduction d'espèces exotiques (plantes et animaux) et d'engins destinés aux mines notamment en provenance des pays déjà exposés au Bd. L'arrivée de matériel doit être étudiée soigneusement en relation avec les importateurs qui travaillent à l'expansion de l'industrie d'extraction minière à Madagascar, et aux améliorations portuaires. En termes d'introduction d'animaux exotiques, un effort devrait être fait sur le contrôle de l'introduction récente d'écrevisses (*Procambarus* sp.) qui est en train de devenir envahissante dans de nombreuses régions de Madagascar sur les hauts plateaux. Ce crustacé est particulièrement invasif du fait qu'il se reproduit par parthénogenèse. Bien que les écrevisses ne soient pas encore identifiées comme vecteur potentiel de Bd, des études complémentaires sont nécessaires pour comprendre comment ce *Procambarus* a été introduit. Les poissons d'aquarium sont également considérés comme des vecteurs possibles même si le risque peut être considéré comme faible en raison du manque d'amateurs d'aquariophilie à Madagascar.

### Récherche et suivi annuel

Quelques actions seront recommandées pour comprendre la sensibilité des amphibiens malgaches face à la Chytridiomycose. Il s'agit de :

*Mener une analyse quantitative par le biais d'expériences pour identifier les espèces qui pourraient contracter la maladie* - Les grenouilles choisies pour ces expériences devraient appartenir à un rang taxonomique représentatif de la faune malgache et ne pas être des espèces nommées dans la CITES. Des expériences d'exposition à la maladie devraient être entreprises sous quarantaine dans un service en dehors de Madagascar et la souche de Bd native du pays serait utilisée.

*Mener une analyse qualitative en considérant les facteurs de risque qui sont les plus fréquemment associés aux déclin de population induits par Bd* - Chaque espèce devrait être évaluée avec un ensemble de paramètres qui inclut le statut de conservation des espèces et les facteurs à haut risque connus pour le Bd. Ces grenouilles sont celles qui vivent en haute altitude, qui se reproduisent en cours d'eau, qui ont une basse fécondité et qui sont de grande taille. Les catégories d'espèces à risque développées de cette manière, peuvent aider

thorities, research facilities, amphibian traders and other stakeholders to ensure concerted implementation. Effective functioning of the action plan would have to involve communication through the interactive exchange of information and can be achieved through the hosting of workshops and published research outputs.

à mener une action de conservation.

*Etablir un programme de suivi annuel* - Le suivi est exigé pour déterminer si et quand le statut du chytride change dans une population ou dans une aire donnée. Des sites pour le suivi devraient être sélectionnés en considérant les suivis sur le terrain. Le suivi est également essentiel pour planifier les futures expérimentations impliquant la manipulation d'habitat ou la translocation. Une raison supplémentaire du suivi des maladies est que celui-ci permet d'atteindre les objectifs sur les données des populations sans contrainte supplémentaire ni coût additionnel. Les grenouilles mortes, mourantes ou malades rencontrées pendant le suivi devraient être collectées et envoyées à l'équipe d'urgence.

*Etablir des opportunités de communication pour le partage des informations* - L'intégration des informations obtenues à partir des activités de suivi et de recherche doit faciliter la mise à jour du plan d'action. Ce plan doit être disponible aux autorités de conservation malgaches, aux équipes de recherche, aux commerçants d'amphibiens et à toutes autres parties prenantes pour assurer une mise en exécution concertée. Le fonctionnement efficace du plan de gestion devrait impliquer l'échange interactif d'informations, l'organisation d'ateliers et la publication des résultats de recherche.

---

## Key bibliography - Bibliographie clé

Dejean T., Miaud C. & Ouellet M., 2007. Proposition d'un protocole d'hygiène pour réduire les risques de dissémination d'agents infectieux et parasitaires chez les amphibiens lors d'intervention sur le terrain. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 122: 40-48.

Fisher M. C. & Garner T. W. J., 2007. The relationship between the emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the international trade in amphibians and introduced amphibian species. *Fungal biology reviews*, 21: 2-9.

Weldon C., Du Preez L. & Vences M., 2008. Lack of detection of the amphibian chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in Madagascar. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

---

| Project priorities<br>Priorités du projet  | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe                                     | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|--|------------------------------|--|--|
| Determine the Bd status of Madagascar amphibians / Déterminer le status du Bd pour les amphibiens de Madagascar                                    | UADBA                        | Universities, institutions /<br>Universités, institutions            | 60 000                                   |
| Revise the import trade regulations of animals and equipments / Réviser le règles d'importation pour les animaux et les équipements                | DSAPS,<br>DGEFT              | Universities, institutions, NGOs /<br>Universités, institutions, ONG | 10 000                                   |
| Develop a hygiene protocol for the field study of amphibians / Développer un protocole d'hygiène pour les recherches de terrain sur les amphibiens | DSAPS,<br>DGEFT              | Universities, institutions, NGOs /<br>Universités, institutions, ONG | 5 000                                    |
| Stakeholder communication on pathogen action plan objectives / Définir la communication sur les objectifs du plan d'action pour les pathogènes     | IUCN/ASG                     | Universities, institutions, NGOs /<br>Universités, institutions, ONG | 5 000                                    |
| <b>TOTAL</b>   |                              |  | <b>80 000</b>                            |

## Climate change and amphibians

### Changements climatiques et amphibiens

Nirhy H. C. Rabibisoa, Christopher J. Raxworthy, Franco Andreone

*During the last climate change workshop held in Antananarivo in January 2008, it is clearly obvious that increasing temperature is among major threats on amphibian diversity. Furthermore according to results recently shown the species restricted to highest elevation in montane forest is among vulnerable due to upslope shifts. A conservation strategy that successfully responds to climate change due to quick habitat loss and degradation and species adaptable, it is important and critical now to detect the change of habitat and species dispersal due to climate change by using computer modeling. This method is already used by elsewhere and efforts underway in this country are among the most advanced in the world at computer modeling of biodiversity shifts and the result is contributing to manage biodiversity conservation.*

*Au cours de l'atelier sur les changements climatiques qui s'est tenue à Antananarivo en janvier 2008, il a été mis en évidence que l'augmentation de la température est parmi les principales menaces des amphibiens. En outre, selon les résultats préliminaires l'espèce occupant une aire restreinte en forêt de très haute altitude, est parmi la plus vulnérable aux déplacements ascendants d'habitats. Pour qu'une stratégie de conservation réponde avec succès aux changements climatiques dus à la perte rapide, à la dégradation des habitats et à l'adaptation des espèces, il est important et crucial de prévoir les modifications d'habitats et la dispersion des animaux dès à présent, à l'aide d'une modélisation informatique. Cette méthode est déjà utilisée par d'autres pays et les efforts en cours dans ce pays sont parmi les plus perfectionnés du monde face au changement de la biodiversité. Ce résultat va contribuer à la gestion et la conservation de cette biodiversité.*

#### Amphibians and elevational shifts

One of the predicted biological responses to climate warming is the upslope displacement of species distributions. In the tropics, because montane assemblages frequently include local endemics that are distributed close to summits, these species may be especially vulnerable to experiencing complete habitat loss from warming. However, there is currently a dearth of information available for tropical regions. The Malagasy amphibian extinction vulnerability from upslope displacement and warming has not yet been investigated for most massifs, but data do exist for the Tsaratanana Massif in northern Madagascar (the island's highest massif), which is rich with montane endemism. There is evidence (individual and combined regional weather station data and reanalysis of forecast data) that recent warming in Madagascar occurred. Using standard moist adiabatic lapse rates, these observed meteorological warm-

#### Les amphibiens et les changements d'altitude des habitats

Une des réponses biologiques au réchauffement climatique est le déplacement ascendant de la répartition des espèces. Sous les tropiques, les montagnes hébergent fréquemment des espèces endémiques qui sont localisées aux sommets. Elles peuvent être particulièrement vulnérables à la perte complète d'habitat due au réchauffement. Cependant, très peu d'informations sont disponibles pour les régions tropicales. La vulnérabilité et l'extinction des amphibiens malgaches face aux déplacements ascendants d'habitats sont inconnues dans la plupart des massifs, mais des données préliminaires existent pour le massif de Tsaratanana (la plus haute montagne de Madagascar, au nord). Ce massif est riche en espèces endémiques locales de montagnes. Il est évident (données individuelles et combinées des stations météorologiques régionales et des données prévision-

ing trends in Northern Madagascar predict upslope species displacement of 17 – 74 m per decade between 1993 and 2003. Over this same period, some preliminary data support a trend for upslope distribution movements, based upon two surveys done at Tsaratanana. For 30 species, representing five families of reptiles and amphibians, there is an overall mean shift in elevational midpoint of 19 – 51 m upslope (mean lower elevation limit 29 – 114 m; mean upper elevation limit 8 – 53 m). Upslope trends in mean and median elevational observations were observed in 7 and 6 of nine analyzed species.

Phenological differences between these surveys do not appear to be relevant, but these upslope shifts agree with the predictions based on meteorological warming. An elevational range displacement analysis projects complete habitat loss for three species below the 2°C “dangerous” warming threshold. One of these species is not contracting its distribution, but the other two were not re-sampled in 2003. A preliminary review of the other massifs in Madagascar indicates potential similar vulnerability to habitat loss and upslope extinction. Consequently, we urgently recommend additional elevational surveys for these and other tropical montane assemblages, which should also include, when possible, the monitoring of local meteorological conditions and habitat change.

44

For these reasons it is recommended that monitoring at some selected altitudinal transects (located in the most important massifs, such as Tsaratanana, Andringitra, Ankaratra, and Marojejy) is initiated. Such mountain surveys, due to logistic reasons, could be conducted in the form of annual rapid assessments on established transects, in which the precise altitude for every recorded specimen will be recorded, as well as a digital photo and toe-clip of each specimen for subsequent verification of identification. Data will be analyzed to understand whether minimum, modal and maximum species elevation show trends to increase between years, which could be indicative of climate change.

### Species modeling on targeted species

Until now the species modeling on targeted species is the best solution to detect the consequence of climate change in Madagascar. The modeling is projected for the future and shows us the species dispersal and adaptable

nelles ré-analysées) que Madagascar a subi un réchauffement récent. Utilisant la norme du taux d'humidité adiabatique avec une marge d'erreur, il a été constaté que des tendances de réchauffement observées dans le Nord de Madagascar donnent des prévisions ascendantes de déplacement des espèces de 17 à 74 m le long des pentes, par décennie entre 1993 et 2003. Pendant cette même période, des données préliminaires soutenaient cette tendance d'ascendance de la distribution se basant sur deux évaluations faites à Tsaratanana. Sur les 30 espèces, représentant cinq familles de reptiles et d'amphibiens, il a été observé une moyenne globale de changement d'altitude de 21 à 61 m (altitude en limite supérieure 29 à 114 m; altitude en limite inférieure 8 à 53 m). Il y a des tendances d'ascendance en moyenne altitude sur 6 des neuf espèces analysées.

Une différence phénologique entre les deux évaluations n'a pas été relevée, mais les prévisions basées sur le réchauffement météorologiques indiquaient des changements ascendants d'habitats. Une analyse complète du taux de déplacement d'altitude projette une perte totale d'habitat pour trois espèces. Une de ces espèces n'a pas été observée dans son aire de distribution et les deux autres n'ont pas été ré-échantillonnées en 2003. Un examen préliminaire d'autres massifs à Madagascar indique une potentielle vulnérabilité similaire à la perte d'habitat et à l'extinction due à l'ascendance. En conséquence, nous recommandons rapidement une étude supplémentaire pour Tsaratanana et aussi pour d'autres massifs tropicaux. Elle devrait également inclure, si possible, le suivi des conditions météorologiques locales et des changements d'habitats.

Pour ces raisons, des activités de suivi sur certains transects altitudinaux (dans les massifs les plus importants tels que Tsaratanana, Andringitra, Ankaratra et Marojejy) devraient être lancées. Pour des raisons logistiques, elles pourraient être réalisées sous forme d'évaluations rapides annuelles. L'altitude précise où chaque spécimen observé sera enregistré ainsi qu'une photo et un échantillon d'orteil pour une vérification d'identité ultérieure. Les données seront analysées afin de comprendre les tendances minimums, moyennes et maximums d'augmentation en altitude d'espèces par année, et qui pourraient être utilisées comme indice de changements climatiques.

due to climate change. These simulations certainly help us also to understand the likely magnitude and direction of vegetation shifts in response to warming and changing rainfall patterns.

A special issue is presented in the last climate change workshop for Madagascar. This new tools show us the growing threats presented by climate change using computer program, such as Maxent, Marxan, Diva GIS or Domain. The modeling data tracked on this and his analysis help us to lead and build of the current mainstays of conservation activities such as protected areas creation and a solid scientific argument to define and identify the status of the species in the future, and recovery programs. But before this it necessary to collect data in the field and do a monitoring on targeted species or community, especially on montane species because this highest elevation is a refuge for more species with restricted range distribution and these species are more vulnerable than other du to its restricted habitat adaptation.

New tools also teach us how species are respond to climate change: species dispersal and his adaptation in new condition. This is important because you know in advance where are the refuge areas for amphibians, and how to manage and compensate these site to climate change, how do the connectivity and conservation efforts as reforestation and amelioration in existing forest.

### Modeling for regional shifts

The first step in integrating climate change into conservation strategies is to develop reasonable predictions of shifts in biodiversity. This must be done on a regional

### Modélisation des espèces ciblées

Jusqu'à présent, la modélisation des espèces ciblées est la meilleure solution pour détecter la conséquence des changements climatiques à Madagascar. La modélisation prépare l'avenir sur la dispersion et l'adaptation des espèces face aux changements climatiques. Ces simulations vont nous aider aussi à comprendre l'ampleur et la direction d'évolution probable de la végétation en réponse au changement climatique et à la modification des précipitations.

Un résultat a été présenté lors du dernier atelier sur les changements climatiques à Madagascar. Ce nouvel outil nous montre les menaces croissantes présentées par les changements climatiques utilisant des programmes, tels que Maxent, Marxan, Diva SIG ou Domain. La modélisation des données et le suivi de l'analyse serviront de support dans la conduite des activités de conservation pour la création de zones protégées et d'argument scientifique dans la définition et l'identification du statut de l'espèce, et aussi dans les programmes de repeuplement. Mais pour cela, il faut collecter les données sur le terrain et faire un suivi des espèces ciblées ou de la communauté, en particulier



*Boophis* sp. "calcaratus", Betampona

les espèces de haute montagne. Cette haute altitude est un refuge pour plusieurs espèces à distribution restreinte et aussi les plus vulnérables.

Ces observations nous apprennent les réponses des espèces face aux changements climatiques, leur dispersion et leurs moyens d'adaptabilité aux nouvelles conditions. Cela nous permet de répertorier les aires de refuges des amphibiens pour savoir les gérer ou les compenser suite au changement climatique. Nous aurons aussi une meilleure connaissance des axes de conservation du territoire à savoir le reboisement et l'amélioration de la forêt existante.

level, since global models are too coarse to be useful for detailed conservation planning. The technology currently exists to link global climate change models with regional models of vegetation climatic tolerances. The resulting predictions of biodiversity shifts with climate change can be used to formulate other conservation responses.

### Refuge areas for amphibians

Protected area selection using computer model predictions is the next step in developing conservation strategies that integrate response to climate change. New protected areas will be needed as species ranges shift with climate. These should be added as soon as possible, since habitat in the locations needed may be gone by the time range shifts are noticeable. The results of regional vegetation modeling serve as basic information on which to select new protected areas.

At the same time, existing protected areas must expand their management programs to respond to climate change. Montane species vulnerable to range shifts must be monitored, and translocated or bred in captivity if their populations fall to critically low numbers. Fire management strategies will need to be adjusted to include climate change as a frame of reference alongside historical fire patterns.

Protected area boundaries should be extended upslope and across ridge tops where possible to maximize protection of high altitude habitats that will be shrinking in a warming climate.

### Managing the matrix

The challenge for conservation planning is to design systems that can protect biodiversity where it is now, as well as where it may be in the future. In other words, systems designed to protect biodiversity must allow species to *move*. Corridors – connections of natural or semi-natural habitat in the matrix of land uses between Protected – are one major tool to allow species range shifts in response to climate change. Other tools, including additional protected areas, have important roles to play as well.

Corridors and habitat connectivity can be established once a climate-integrated protected areas system is in place. Areas between parks will need to be managed for biodiversity. As a species range shifts with climate, the

### Modélisation due au bouleversement climatique régionale

La première étape de l'intégration du changement climatique dans les stratégies de conservation est l'élaboration de prévisions raisonnables des changements de la biodiversité. Cela doit être fait au niveau régional car les modèles mondiaux sont trop larges pour être efficaces pour une planification de conservation régionale. Des technologies existent actuellement pour transformer les modèles mondiaux de changement climatique en des modèles régionaux en prenant en compte les influences climatiques et végétales du pays. Les résultats des prévisions des changements de la biodiversité dus aux modifications climatiques peuvent être utilisés pour formuler d'autres réponses de conservation.

### Zones de refuge des amphibiens

La sélection des aires protégées, intégrant la réponse au changement climatique, à partir des prévisions informatiques sera la prochaine étape dans l'élaboration de la stratégie de conservation. De nouvelles aires protégées seront nécessaires le plus tôt possible incorporant toutes les distributions de dispersion des espèces pour répondre au risque climatique et au risque de disparition des habitats. Les résultats de la modélisation régionale servent d'informations basiques dans la sélection des nouvelles aires protégées.

En même temps, les aires protégées existantes devraient conformer leurs programmes de gestion à la modélisation faite en tenant compte du changement climatique. Les espèces vulnérables inféodées aux montagnes devraient être suivies dans leur dispersion, ainsi elles pourraient être élevées en captivité ou transloquées si l'effectif de leur population devenait trop faible. La stratégie de gestion contre les incendies devrait être ajustée en incorporant les changements climatiques comme un cadre de référence aux modèles d'évolution de feu. Le zonage de l'aire protégée devrait englober toutes les pentes ascendantes jusqu'à la crête dans la mesure du possible afin de maximiser la protection totale des habitats de haute altitude ; ceux-ci se rétrécissent au fil de temps par le réchauffement climatique.

### Gestion de l'espace

Le défi dans la planification pour la conservation est de concevoir des systèmes de protection de la diversité bio-

core of its distribution may move from one park to another or to nearby non-park lands. If non-park lands are in biodiversity-friendly uses, management may allow for a healthy and *moving* population to be maintained. Developing such management systems is a major investment priority.

For example develop a well-developed corridor program like a Brazil does. The discovery corridor in southeast Brazil is linking together pieces of the heavily fragmented Atlantic Forest hotspot. In the future, the connectivity it provides will permit management of connected habitat for species shifts in response to climate change.

### Possible consequences of climate change on amphibians

Seen that some species are at higher risk of extinction due to the need to displace through a system that is highly fragmented it is important to carry out long-term monitoring of the major high altitude species, i.e. those ones restricted to mountain's tops. Most of these species are also local endemisms and for this worth of special attention. Incidentally, moreover, the Bd appears to be more virulent at high altitudes, having attacked and often decimated frog species living at high altitudes. Seen that climate change is unlikely to be reversed it should be hypothesised to start a captive breeding program on high altitude species, including ark strategies that will allow to save, at least in captivity, these peculiar species.



*Boophis lichenoides*, Tsararano

logique existante et de celle à venir. En d'autres termes, les systèmes visant à protéger la biodiversité doivent permettre les déplacements des espèces. Les corridors - connexions entre les habitats naturels ou semi-naturels y compris les espaces anthropiques entre les Aires protégées - sont parmi les outils clés permettant le mouvement des espèces face aux changements climatiques. D'autres outils, y compris de nouvelles aires protégées ont aussi un rôle important à jouer.

Le corridor et la connexion des habitats peuvent être intégrés dans le système une fois que l'aire protégée sera mise en place. L'espace entre les Parcs devra être aussi gérée en tenant compte de la biodiversité car le mouvement des espèces du aux changements climatiques peut se faire directement d'un parc à un autre ou à proximité dans un endroit hors-Parc. La gestion de ce dernier qui est un milieu favorable à la diversité biologique devrait être maintenue pour la dispersion et l'intégrité de la population. Développer un tel système de gestion est un investissement prioritaire majeur comme le programme corridor qu'a fait le Brésil. Ce corridor, dans le sud-est du Brésil relie les différents lieux protégés des frag-

ments forestiers de l'atlantique. Dans l'avenir, cette connexion permettra la gestion des habitats et des mouvements des espèces en réponse aux changements climatiques.

### Les conséquences possibles du changement climatique sur les amphibiens

Vu que certaines espèces sont à haut risque d'extinction suite à leur besoin de se déplacer dans un système très fragmenté, il est important de mener un suivi à long-terme des espèces de haute altitude c'est-à-dire celles inféodés au

sommet et celles endémiques locaux. En outre, en haute altitude, le Bd attaque et semble être plus virulent. Il peut anéantir une population entière de grenouilles. Vu que l'on ne peut influencer sur le changement climatique, un programme de reproduction en captivité des espèces de haute altitude devrait être entamé avec les stratégies de l'ARC. Ils consisteront à sauver, du moins en captivité, ces espèces particulières pour peut être, à l'avenir, les réintroduire.

---

## Key bibliography - Bibliographie clé

Raxworthy C. J., 2008. Global warming and extinction risks for amphibians in Madagascar: a preliminary assessment of upslope displacement. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Raxworthy C. J., Pearson R. G., Rabibisoa N., Rakotondrazafy A. M., Ramanamanjato J. B., Raselimanana A. P., Wu S., Nussbaum R. A. & Stone D. A., 2008. Extinction vulnerability of tropical montane endemism from warming and upslope displacement: a preliminary appraisal for the highest massif in Madagascar. *Global Climate Change*, 14: 1-18.

---

48

| Project priorities<br>Priorités du projet   | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe   | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|---|------------------------------|--|--|
| Modeling of selected species / Modélisation des espèces sélectionnées   | UADBA                        | Institutions, NGOs, associations, museums / Institutions, ONG, associations, muséums | 25 000                                   |
| Monitoring to detect threats on amphibian due to climate change / Monitoring pour détecter les dangers dus au changement climatique                                   | UADBA                        | Institutions, NGOs, associations, museums / Institutions, ONG, associations, muséums | 250 000                                  |
| Expanding PAs by creation of refuge areas for amphibians / Augmenter la surface des aires protégées avec la création d'aires de refuge climatique pour les amphibiens | SAPM                         | Institutions, NGOs, associations, regions / Institutions, ONG, associations, régions | 125 000                                  |
| <b>TOTAL</b>  |                              |  | <b>400 000</b>                           |

---

## Management of focal amphibian sites for conservation

### Gestion des sites prioritaires pour la conservation des amphibiens

Falitiana A. C. Rabemananjara, Nirhy H. C. Rabibisoa, Ny Aina Rakotondrazafy, Richard K. B. Jenkins, Franco Andreone

*Beside the many important sites already included within the system of protected areas in Madagascar, there are many small and isolated forests, sometimes rich in amphibians, or hosting threatened species that fall outside of the protected area network. Survey work in these Focal Amphibian Sites (FASs) should be undertaken, to understand the diversity in terms of amphibians, the extent of each site, and the possibility of inclusion within the system of protected area. The survey work should be carried out by small teams already experienced in amphibian biology, and able to conduct research in a short time.*

*A coté des nombreux sites importants déjà inclus dans le système des aires protégées de Madagascar, il existe des fragments de forêt isolée, quelque fois riches en amphibiens ou hébergeant des espèces menacées. Un travail de suivi des sites prioritaires pour les amphibiens (Focal Amphibian Sites, FASs) devrait être entrepris afin de comprendre la diversité en terme d'amphibiens, leur étendu ainsi que la possibilité de l'intégrer dans le système d'aire protégée actuelle. Le travail de suivi devrait être confié à de petites équipes déjà expérimentées en biologie des amphibiens et capable de mener des recherches dans un délai bref.*

#### Focal areas for amphibian conservation

The inventory of Madagascar's amphibians is an evident prerequisite for an efficient conservation programme, since they are the only way to obtain complete information on the distribution and biogeography of many species. They are also the foundation for the collection of voucher specimens and the ongoing discovery of new species.

In the last decade many important inventories have been carried out, mainly by large research teams, lasting for relatively extended periods (e.g., 4-8 weeks) but despite these efforts some of Madagascar's some amphibians are found in sites without habitat protection. Because of the need to get data from major massifs, large areas of rainforest and dry forest blocks, and existing protected areas, these inventories were mainly conducted in sites of high landscape and biodiversity value, such as Andohahela, Andringitra, Ranomafana, Tsaratanana, Bemaraha, etc.

It is of major concern that some of Madagascar's most threatened amphibians are rare or absent within the existing and recently proposed protected areas. These species are confined to small habitat patches, such as forest fragments of once large vegetation blocks or naturally occur-

#### Aires prioritaires pour la conservation des amphibiens

L'inventaire des amphibiens de Madagascar est un prérequis évident pour garantir l'efficacité d'un programme de conservation, il est le seul moyen permettant d'obtenir des informations complètes sur la distribution et la biogéographie de nombreuses espèces. Il est aussi la base pour la collecte d'échantillons et la découverte de nouvelles espèces.

Dans la dernière décennie, de nombreux inventaires ont été effectués, principalement par de grandes équipes de recherche, d'une durée relativement longue (par exemple: 4-8 semaines), mais, en dépit de ces efforts, certains amphibiens se trouvent dans des habitats en dehors des Aires protégées. Pour d'obtenir des données provenant des grands massifs, des grandes forêts pluviales, de blocs de forêt sèche, et aussi des aires protégées existantes, ces inventaires ont été menées principalement dans les sites à grandes valeurs paysagères et de biodiversité comme Andohahela, Andringitra, Ranomafana, Tsaratanana, Bemaraha, etc.

Une des grandes préoccupations est que certains amphibiens de Madagascar les plus menacés sont peu représen-

ring linear areas like gallery forests. These areas can contain unique amphibian assemblages that are not represented in protected sites or contain a significant portion of the know population of a threatened species. Regardless of the reasons for the omission of these sites in conservation planning to date (which probably includes their isolation, small surface area, high level of degradation, lack of touristic interest, absence of charismatic primates and the tendency of scientists to prefer returning to accessible study sites). The determination of amphibian presence and abundance at these areas is needed to build definitive distribution patterns and secure key habitats. In terms of amphibians that receive insufficient habitat protection, examples include the harlequin mantella (*Mantella cowani*) which is restricted to scattered upland sites, the golden mantella (*Mantella aurantiaca*) which is found in forest fragments and the tomato frog (*Dyscophus antongilii*), that is present within small populations in urban or peri-urban sites.

The FASs here indicated fall into three categories (1) sites that scientists have been aware of for some time because of the presence of key species but have yet to stimulate concerted conservation action and (2) sites that appear, based on vegetation and collectors' reports, to be important but have yet to be visited by scientists and (3) sites that only become important retrospectively based on the refinements to taxonomy and that usually result from the splitting of one species into many new species each with its own restricted range. Sites therefore are either known to be important (Category 1), are probably important (Category 2) or are not currently important but might be in the future (Category 3).

At most Category 1 sites urgent action is needed to assess the habitats and instigate a monitoring protocol (see the chapter dedicated to the monitoring activity). Priority actions at Category 2 sites will depend on the information collected during the field survey. Large teams usually do not carry out lead regular survey work in such areas, due to the fact that the interest is often limited on a few species (and thus extended survey work is non-productive), or that the sites are remote and the goal is in these cases a first (but representative and reliable) evaluation. Smaller teams, dedicated to a few species working in close collaboration with local communities are therefore needed. Furthermore, as small forest sites and associated focal areas also play an important role for the economic and sustain-

tés ou absents au sein des aires protégées existantes ou récemment proposées. Ces espèces sont confinées à de petits ilots d'habitats, tels que les fragments forestiers des grands blocs de végétation ou les aires naturellement linaires comme la ripisylve. Ces zones peuvent renfermer des communautés uniques d'amphibiens qui ne sont pas représentés dans les aires protégées ou se trouve une grande partie de la population des espèces menacées connues.

Sans tenir compte des raisons de cette omission dans la planification de la conservation jusqu'à ce jour (qui inclut leur isolement, leur petite surface, le haut niveau de dégradation, le manque d'intérêt touristique, l'absence de primates charismatiques et la tendance des scientifiques à préférer des sites d'étude facilement accessible), la présence et l'abondance d'amphibiens dans ces aires sont nécessaires pour construire des modèles de distribution définitifs et pour sécuriser les habitats clés. En ce qui concerne les amphibiens qui reçoivent de faible protection d'habitats, on peut citer le mantelle arlequin (*Mantella cowani*) dans les fragments de savanes des haut-plateaux, le mantelle rouge (*Mantella aurantiaca*) dans des fragments de forêts et la grenouille tomate (*Dyscophus antongilii*) avec des petites populations dans les zones urbaines ou périurbaines.

Les FASs (sites prioritaires pour la conservation des amphibiens) se répartissent en trois catégories : (1) les sites dont les scientifiques ont eu connaissance depuis un certain temps en raison de la présence d'espèces clés mais où ils doivent encore stimuler des actions de conservation concertées, (2) les sites qui apparaissent importants pour la végétation et les informations venant des collecteurs mais qui n'ont pas encore été visités par les scientifiques. (3) les sites qui deviendront rétrospectivement importants grâce à des améliorations apporter à la taxonomie et qui sont généralement issus de la ramification d'une espèce en un grand nombre de nouvelles espèces et chacune aura sa propre distribution restreinte. Les sites sont donc, connus pour être importants (Catégorie 1), ou probablement importants (Catégorie 2), ou ne sont pas actuellement connus mais seront peut-être important lorsqu'ils seront connus dans l'avenir (Catégorie 3).

Dans la plupart des sites de la catégorie 1, une action urgente est nécessaire pour évaluer les habitats et pour engager un protocole de suivi (voir chapitre consacré à l'activité de suivi). Les actions prioritaires pour la Catégorie 2, dépendront de l'information recueillie sur le terrain. Les grandes

able use of resources by local populations, their conservation may depend in the long-term on alternative ways of generating income.

### Team and site selection

Many of the sites in Category 1 are already known and some information is available. The priority for these sites is habitat conservation and species-based research and monitoring. Category 2 sites will be identified by a small task force (in collaboration with professional societies already working in Madagascar within the field of ecological monitoring) under the auspices of the IUCN/ASG. This will allow the identification of economic resources through the main national and international NGOs. Site selection will be done on the basis of available documentation, by interviewing experts and the most relevant pet-traders (collectors and exporters) and by analyzing recent satellite maps. Category 3 sites require constant vigilance of the literature and should be periodically reviewed by the ASG.

Category 1 (and 3) teams should use appropriate herpetological experts in cooperation with local communities. These projects will likely be species-based and should be undertaken by teams with local experience and/or long-term plans for the site. Category 2 teams conform to the standard method of rapid assessments and inventorying of amphibians and there is considerable capacity within Madagascar to conduct such work. These teams should be able to perform focal area survey results in a short time especially if they already have field experience of the intended sites to be visited.

It will also be important to understand human pressures



*Scaphiophryne brevis*, Isalo

équipes n'effectuent pas ce travail sur de telles aires du fait de leur intérêt souvent limité à quelques espèces (et donc le travail prolongé est non productif), les sites sont éloignés et le but, dans ce cas, consiste à une évaluation préliminaire (fiable et représentative). De petites équipes ciblant quelques espèces et travaillant en étroite collaboration avec les populations locales sont nécessaires. En outre, comme les petits sites forestiers et les aires associées jouent également un rôle important dans la relance économique et l'utilisation

durable des ressources par les populations locales, leurs conservations peuvent dépendre à long terme des moyens qui généreront des ressources.

### Équipe et sélection des sites

Plusieurs sites dans la catégorie 1 sont déjà connus et certaines informations sont disponibles. La priorité pour ces sites est la conservation de l'habitat et des espèces, basée sur la recherche et le suivi. Les sites de la Catégorie 2 seront identifiés par un petit groupe de travail (en collaboration avec des groupes de professionnels qui travaillent déjà à Madagascar dans le domaine du suivi écologique), sous les auspices de l'IUCN/ASG. Ceci permettra l'identification des ressources éco-

nomiques à travers les principales ONG nationales et internationales. Les sites seront sélectionnés sur la base de la documentation disponible, en interrogeant les experts ou les opérateurs fiables (collecteurs et exportateurs) et aussi par l'analyse des dernières images satellites. Les sites de la Catégorie 3 exigent par contre une vigilance constante de la littérature et doivent être vérifiés périodiquement par l'IUCN/ASG.

Les équipes de la Catégorie 1 (et 3) doivent intéresser des experts en herpétologie en étroite collaboration avec les communautés locales. Ces projets seront entrepris par des

on all three categories of sites and the needs of local populations. For this, a parallel socioeconomic approach is recommended. Often, small and important areas for amphibians are degraded and exploited by local populations and their protection (and thus stopping or regulating exploitation by humans) will lead to potentially negative impacts on human livelihoods. Thus, we recommend that during the survey phase a brief socio-economic study is also carried out to get a first impression of local habits, economic and social aspects such as territory occupation, resource users, land managers and concession holders. The preliminary information gathered in this can then be used to facilitate the proposal of specific conservation for amphibians. Habitat conservation must remain a priority for amphibians as their usually small areas of occupancy make them more susceptible to extinction from habitat loss and degradation than other vertebrates.

### Survey methodology

We recommend that FASs are selected and mapped first through a consultative process to identify the key areas in each category. Appropriate teams should then conduct rapid surveys following standardized and verifiable methodologies, aimed at either species (Category 1 and 3) or amphibian communities (Category 2). Methodologies and general indications have been already provided in the chapter dedicated to the monitoring activity. Specific indications for the rapid surveys are provided in the appendices. Survey work should maximise their efficiency by using a multi-disciplinary approach that includes the collection of vouchers, tissue samples, photographs and acoustic recordings. Standard hygiene protocols should also be respected.

### Integration of focal areas for amphibians within the system of protected areas

Amphibians are increasingly becoming a crucial taxonomic group for establishing new protected areas in other countries. In Madagascar greatest emphasis has been given to other animal groups, such as lemurs and birds, and amphibian conservation was only considered as a secondary benefit. The ACSAM workshop in 2006 proposed to designate some FAS, either in terms of species diversity or

équipes locales expérimentées et devraient être basées sur les espèces et/ou des programmes à long terme de sécurisations des sites. Les équipes de la Catégorie 2 doivent se conformer à la méthode standardisée d'évaluation rapide et d'inventaire des amphibiens. Madagascar a les capacités suffisantes pour mener à bien ces travaux. Ces équipes devraient être capables d'obtenir un résultat d'évaluation de ces aires prioritaires à court terme, surtout si elles ont déjà eu une expérience du terrain destinée à ces sites.

Il sera également important de comprendre les pressions humaines sur l'ensemble des trois catégories de sites et les besoins des populations locales. Pour cela, une approche socio-économique en parallèle est recommandée. Souvent, les petites et les aires importantes pour les amphibiens sont dégradées et exploitées par les populations locales et leur protection (donc l'arrêt ou la réglementation d'exploitation) entraînerait des répercussions négatives sur les moyens de subsistance de l'homme. Ainsi, nous recommandons que durant le suivi, une étude socio-économique soit effectuée pour obtenir une première impression des habitudes locales, les aspects économiques et sociaux tels que l'occupation du territoire, l'utilisation des ressources, la gestion des terres et les propriétaires des terrains. Les informations préliminaires recueillies ainsi peuvent être utilisées pour faciliter la proposition spécifique de conservation des amphibiens. La protection de l'habitat doit rester une priorité. Les amphibiens sont plus vulnérables que les autres vertébrés à l'extinction causée par la perte et la dégradation de l'habitat, surtout sur des territoires restreints.

### Méthode d'évaluation

Nous recommandons que les FASs soient sélectionnées cartographiées par le biais d'un processus consultatif afin d'identifier les aires clés de chaque catégorie. Les équipes concernées devraient alors mener des évaluations rapides suivant des méthodes standardisées et vérifiables, visant à la fois les espèces (Catégories 1 et 3) et les communautés d'amphibiens (Catégorie 2). Des méthodologies et des indications générales ont été déjà fournies dans le chapitre consacré à l'activité de suivi. Des indications spécifiques pour les suivis rapides sont présentées dans les annexes. Les travaux devraient maximiser leur efficacité en utilisant une approche multidisciplinaire qui comprend à la fois la collecte d'échantillons de spécimens et de tissus, des photographies et des enregi-

threatened species presence, to help promote amphibian conservation and raise awareness.

There is considerable experience and technical expertise with the Malagasy government and NGO sector for creating and managing protected areas. The objective of the action plan is to integrate the needs for amphibian conservation within the existing national set up. We will forge a partnership between the Durban Vision team and herpetologists to maximize our collective knowledge for the benefit of amphibian conservation. We will determine locally appropriate conservation plans based on the IUCN categories for protected areas and ensure that specific amphibian issues (e.g. collection, disease, breeding habitats) are fully addressed.

Encouragingly, three conservation projects have already started recently at FASs that contain *Mantella cowani*, *Mantella aurantiaca* and *Dyscophus antongilii*. The protection of *M. cowani* and *M. aurantiaca* sites, not yet included within the system of protected areas, is a priority and will give an important signal to the conservation world. For the tomato frog *Dyscophus antongilii* a pioneer study with conservation action is being conducted by the local NGO

Antongil Conservation in collaboration with MRSN, ASG/ IUCN and PBZT with support by the BIOPAT Program. In this case the objective is to promote the conservation of the tomato frog, the only CITES I Malagasy frog species, in an urban area (Maroantsetra). This unique situation promotes conservation and education and public awareness, due to fact that local schools can easily understand why an iconic species like *D. antongilii* deserves to be protected.



*Boophus brachy chir*, Ambolokopatrika

stremements sonores. Les protocoles d'hygiène standards doivent être également respectés.

### Intégration d'aires prioritaires pour les amphibiens dans le système d'aires protégées

Les amphibiens sont de plus en plus un groupe taxonomique crucial pour la création de nouvelles aires protégées dans d'autres pays. A Madagascar, une plus grande importance

a été accordée à d'autres groupes d'animaux comme les lémuriers et les oiseaux, la conservation des amphibiens a été considérée comme secondaire. L'atelier ACSAM en 2006 a désigné et proposé certains FASs, soit en termes de diversité d'espèces soit en termes de présence d'espèces menacées, pour aider à la promotion de la conservation des amphibiens et à la sensibilisation du public.

Beaucoup d'expériences et d'expertises techniques existent avec le gouvernement malgache et les ONG, dans la création et la gestion des aires protégées. Ainsi, l'objectif de ce plan d'action est d'intégrer les besoins pour la conservation des amphibiens et leur mise en œuvre dans le cadre national. Pour cela, nous allons

nouer un partenariat entre l'équipe de Vision Durban et les herpétologues afin de maximiser les connaissances collectives au profit de la conservation des amphibiens. Nous déterminerons ensuite localement des plans de conservation appropriés basés sur les catégories d'aires protégées de l'IUCN et feront en sorte que les problèmes spécifiques aux amphibiens (par exemple la collecte, la maladie, les habitats et le lieu de reproduction) soient entièrement pris en compte.

D'un air encourageant, trois projets de conservation ont déjà commencés récemment dans le FASs contenant *Mantella cowani*, *M. aurantiaca* et *Dyscophus antongilii*. Les sites de

protection de *M. cowani* et *M. aurantiaca*, qui sont hors du système d'aires protégées, sont une priorité et cela donnera un élan pour le monde de la conservation. Pour la grenouille tomate, *Dyscophus antongilii*, une étude pionnière avec des mesures de conservation, a été conduite par une ONG locale, Antongil Conservation, en collaboration avec MRSN, UICN/ASG et PBZT avec le soutien du Programme BIOPAT. Dans ce cas, l'objectif est de promouvoir la conservation de la grenouille tomate, la seule espèce de grenouille malgache avec un statut CITES I, dans une zone urbaine (Maroantsetra). Cette situation unique favorise la conservation, l'éducation et la sensibilisation du public. Les écoles locales peuvent facilement comprendre pourquoi une espèce drapeau comme *D. antongilii* mérite d'être protégée.

### Key bibliography - Bibliographie clé

Kremen C., Cameron A., Moilanen A., Phillips S. J., Thomas C. D., Beentje H., Dransfield J., Fisher B. L., Glaw F., Good T. C., Harper G. J., Hijmans R. J., Lees D. C. Louis E. Jr., Nussbaum R. A., Raxworthy C. J., Razafimpahanana A., Schatz G. E., Vences M., Vieites D. R. & Zjhra M. L., 2008. Aligning conservation priorities across taxa in Madagascar with high-resolution planning tools. *Science*, 320: 222-226.

Vences M., Chiari Y., Teschke M., Randrianiaina R.-D., Raharivololoniaina L., Bora P., Vieites D. R. & Glaw F., 2008. Which frogs are out there? A preliminary evaluation of survey techniques and identification reliability of Malagasy amphibians. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

54

| Project priorities<br>Priorités du projet   | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe  | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|---|------------------------------|---|--|
| Data collecting in the field / Collecte de données de terrain   | IUCN/ASG                     | Institutions, universities, museums, NGOs / Institutions, université, muséums, ONG                    | 50 000                                   |
| Support to local populations / Soutien pour les populations locales   | ASG                          | Regions, universities, museums, NGOs, associations / Régions, universités, muséums, ONG, associations | 70 000                                   |
| Integration of the FASs within the PAs / Intégration des sites pour les amphibiens dans les aires protégées | IUCN/ASG                     | Regions, universities, museums, NGOs / Régions, universités, muséums, ONG                             | 50 000                                   |
| <b>TOTAL</b>  |                              |   | <b>170 000</b>                           |

## Harvesting and trade of amphibians

### Collecte et commerce des amphibiens

Angus I. Carpenter, Karen Freeman, Richard K. B. Jenkins, Nirhy H. C. Rabibisoa, Roma Randrianelona, Franco Andreone

*Amphibians of Madagascar are regularly collected in the wild and exported for the pet-trade. Colorful species are the most highly sought after and collection pressure is highest on *Mantella* spp., as well as some *Scaphiophryne* and *Dyscophus* spp. Exploitation of amphibians for food occurs mainly for the domestic market and there appears to be high local demand from hotels in some areas for frog legs. Harvest rates for consumed species are highest on large amphibians, either taxa associated with forest streams or the introduced Indian bullfrog. Two broad themes are therefore addressed here: (1) understanding and improving harvesting strategies, and (2) trade management. There is a need to develop new methodologies that allow population estimates to be calculated for exploited amphibian species so that levels of extraction are sustainable. New systems and structures are also needed to improve the management of traded species. This includes management of economic and network structures and a review of the current trade monitoring procedures to ensure that economic benefits are fairly distributed.*

*Les amphibiens de Madagascar sont régulièrement prélevés et exportés pour approvisionner les commerces des animaux de compagnie. Les espèces colorées sont les plus prisées et la pression de la collecte est la plus forte pour *Mantella* spp., ainsi que quelques *Scaphiophryne* et *Dyscophus* spp. L'exploitation des amphibiens pour l'alimentation est destinée principalement au marché local venant de demandes très fortes des hôtels dans certaines zones surtout pour les cuisses de nymphes. Les taux de prélèvement les plus élevés des espèces consommées proviennent des grands amphibiens, soit des taxons associés aux cours d'eau forestiers, soit des espèces introduites, la grenouille taureau d'Inde. Deux grands thèmes sont abordés ici: (1) améliorer la compréhension et les stratégies de collecte, (2) gérer le commerce. Il est nécessaire de développer de nouvelles méthodologies permettant l'estimation de la population d'amphibiens exploités à partir de calculs afin d'avoir des niveaux de prélèvements durables. De nouveaux systèmes et structures sont également nécessaires pour améliorer la gestion des espèces commercialisées. Cela inclut la gestion économique de la filière, ainsi que les révisions des procédures actuelles de suivi du commerce pour veiller à ce que les bénéfices économiques soient répartis équitablement.*

#### Harvesting and trade of Malagasy amphibians

Amphibians can make a varied contribution to livelihoods and provide both direct and in-direct benefits to stakeholders. They are used as food, medicine, ornaments, leather and pets. In some cases however, over-harvesting for subsistence and commerce is perceived as a threat to the survival of species.

In general, the amphibians of Madagascar are collected for three specific reasons: (1) for exportation as live terrarium animals (pets), (2) as preserved voucher specimens for scientific purposes and (3) for consumption by humans. Each of these aspects has potential impacts in economic

#### Collecte et commerce des amphibiens malgaches

Les amphibiens peuvent contribuer d'une façon variée à la subsistance des malgaches grâce aux bénéfices directs ou indirects tirés de leur utilisation, comme nourriture, médicaments, ornements, maroquinerie et animaux domestiques. Dans certains cas cependant, la surexploitation et le commerce sont perçus comme une menace à la survie des espèces.

En général, les amphibiens de Madagascar sont collectés pour trois raisons spécifiques: (1) exporter pour les terrariums, (2) conserver à des fins scientifiques, (3) consommer par les humains.

terms as well as incurring potential threats to wild populations. In reality, little is known on the effect of harvesting and trade on Malagasy amphibians and until recently (2003) decisions (e.g., CITES quota) were based on experts' personal opinions or on anecdotal data. Nowadays, each decision on export quota is made by the Scientific Authority (SA) and Management Authority (MA) in collaboration with specialists and using a standard formula. The few data that are available for some species suggest that the effects of wild collection mainly depend on the state of the habitat in which the species occurs, with greatest concern for taxa that occur in unprotected sites that are subject to other pressures.

Although no amphibian species is known to have become extinct in Madagascar because of over-harvesting alone, there are enough reasons to be concerned with the current system of collection and trade. For example, there is imprecise information available to the CITES authorities in Madagascar on collecting localities, local offtake and mortalities, due to the lack of communication between collectors and the SA. In addition, since a large number of individuals captured in the wild usually die when hosted by local collectors and exporters (generally because of lack of care or bad housing conditions), the true number of specimens collected per year may be much higher than reported. For species on CITES Appendix II the annual quota control the exports but do not consider the local socioeconomic context or provide limits on actual collection from the wild, and many collectors harvest all of the target species they encounter without consideration of the precise order received from the exporter.

Collection of amphibians to supply the domestic demand for frog legs is even less well regulated than exports because most of the species concerned are not considered to be threatened. Specialist hunters spend one or two nights in the forest collecting large stream-dwelling frogs that are sold to local restaurants. The impact on the frog populations is unknown. It has been suggested that through providing local people with an economic stake in the harvesting of wild animals that wiser exploitation practices are the result, with concomitant benefits for habitat, species and communities. Inherent in this approach is the assumption that existing harvests are unsustainable, a fact that has yet to be established for collection of frogs for food in Madagascar. Nevertheless, in the face of ongoing

Chacun de ces aspects a des impacts potentiels aussi bien économiques qu'en terme de menaces pour les populations sauvages. En réalité, peu de choses sont connues sur l'impact des collectes et du commerce des amphibiens malgaches. Jusque récemment (2003), des décisions (quotas CITES) se basaient sur l'avis personnel des experts ou sur des données anecdotiques. Actuellement, chaque décision sur le quota d'exportation est effectuée par l'Autorité Scientifique (AS) et l'Organe de Gestion (GO), en collaboration avec des spécialistes, utilisant une formule standard. Les quelques données disponibles pour certaines espèces suggèrent que les effets de la collecte en milieu sauvage dépendent essentiellement de l'état de l'habitat dans laquelle l'espèce se trouve, avec plus d'inquiétude pour les taxons qui habitent dans les sites non protégés et soumis à d'autres pressions.

Bien qu'aucune espèce d'amphibiens ne soit connue pour s'être éteinte à Madagascar suite à la seule surexploitation, il y a suffisamment de raisons pour être préoccupé par le système actuel de collecte et le commerce. Des informations imprécises sont à la disposition des autorités de la CITES à Madagascar sur le lieu de collecte, les prélèvements locaux et le taux de mortalité, en raison du manque de communication entre les collecteurs et l'AS. En outre, un grand nombre d'individus capturés à l'état sauvage meurent généralement chez les ramasseurs, les intermédiaires et les exportateurs (généralement à cause du manque de soins et de traitements ou de mauvaises conditions d'hébergement). Le nombre réel de spécimens collectés par an est sûrement beaucoup plus élevé que celui signalé. Pour les espèces de l'Annexe II de la CITES, le quota annuel contrôle les exportations, mais ne considère pas le contexte socio-économique local. Le quota fournit des limites de collecte effective dans la nature; de nombreux collecteurs ramassent toutes les espèces cibles qu'ils rencontreraient sans se soucier de la limite fixée.

La collecte des amphibiens pour les cuisses de nymphes, demande locale, est encore moins réglementée que pour les exportations, car la plupart des espèces concernées ne sont pas considérées comme menacées. Les chasseurs spécialistes passent une ou deux nuits dans la forêt pour ramasser les grandes grenouilles de cours d'eau qui sont ensuite vendues à des restaurants locaux. L'impact de la collecte sur les populations de grenouilles est inconnu. Il a été suggéré de former la population locale à des pratiques

habitat destruction in Madagascar there are sound reasons to ensure that harvests of forest frogs are sustainable.

### Collecting for the pet trade

Although reptiles numerically dominate the trade in terms of total individuals and species exported, a number of amphibians are also legally traded. These are mainly of the genus *Mantella*, which is represented by 16 species that are characterized by small size, striking coloration and patterning. Similar to Neotropical dendrobatids they accumulate alkaloids in their skin, and are thus toxic. Many *Mantella* species are sought after by the pet-trade, and are particularly popular in Europe, USA and Japan. Other colorful amphibians with unusual markings that are regularly collected and exported belong to the genera *Scaphiophryne* and *Dyscophus*.

Captive populations of a few exploited amphibian species have been established and in some cases ex situ breeding provides additional animals for the pet market. Remarkable examples include *Mantella* species (e.g., *Mantella aurantiaca*, *M. baroni*, *M. betsileo*), *Dyscophus guineti* and *Scaphiophryne marmorata*. However, the majority of animals that are traded continue to be collected from the wild. All the *Mantella* species are included in CITES Appendix II, which also includes *Scaphiophryne gottlebei*. The tomato frog *Dyscophus antongilii*, heavily collected in the wild until the eighties, is currently included in CITES Appendix I (and for this is collect and trade are forbidden). Of concern are the species of the genus *Scaphiophryne*, such as *S. marmorata* and *S. boribory*, and *Dyscophus guineti*, which are not yet included in any CITES listing, but appear in the pet trade.



*Mantella cowani*, Antioetra

d'exploitation rationnelles des animaux sauvages permettant en même temps un apport économique et des avantages pour l'habitat, les espèces et les communautés. Inhérent à cette approche est l'hypothèse que les collectes ne sont pas durables, un fait qui n'a pas été encore établi pour les grenouilles destinées à l'alimentation à Madagascar. Néanmoins, en dépit de la destruction de l'habitat en cours à Madagascar, il y a de bonnes raisons de s'assurer que l'utilisation des grenouilles forestières soit pérenne.

### Prélèvement pour le commerce des animaux de compagnie

Bien que les reptiles dominent en nombre le commerce de tous les individus et des espèces exportées, un certain nombre d'amphibiens sont aussi commercialisés légalement. Il s'agit principalement du genre *Mantella* qui est représenté par 16 espèces et caractérisé par sa petite taille, sa coloration et ses motifs frappants. Semblable au dendrobatidés les mantelles accumulent des alcaloïdes dans leur peau et sont donc toxique. De nombreuses espèces de *Mantella* sont particulièrement populaires en Europe, aux USA et au Japon, très recherchées par les commerçants d'animaux de compagnie.

D'autres amphibiens colorés présentant des marques inhabituelles sont aussi régulièrement collectés et exportés appartenant aux genres *Scaphiophryne* et *Dyscophus*.

Quelques populations d'amphibiens élevées en captivités ont été mises en place et dans certains cas, cette reproduction ex-situ a fourni des individus pour le marché des animaux de compagnie. Les exemples remarquables incluent les espèces de mantelles (par ex. *Mantella aurantiaca*, *M. baroni* et *M. betsileo*), de *Dyscophus guineti* et de *Scaphiophryne marmorata*. Quoiqu'il en soit, la majorité des animaux

The number of *Mantella* exported from Madagascar totaled 233,893 individuals between 1994 and 2003. Despite the uncertainties over taxonomic assignment, the data highlight a great increase in the number of species of *Mantella* reported as involved in the trade, from one in 1994 to 14 known species in 2002/2003. This increase in species is mainly due to the fact that there was no legal requirement before 2000 to report trade in species other than *M. aurantiaca* to CITES, and anecdotal observations in 1991 and 1994-1996 indicate that already at that time many *Mantella* species were in the trade. Indeed, most species of *Mantella* described in the 1980s and 1990s (*M. bernhardi*, *M. crocea*, *M. expectata*, and *M. viridis*) had initially been collected for the trade, and exporters supplied the type specimens. The number of recorded individuals also increased during this period to over 21,000 in 2003, with peaks in 1998 of over 38,000 and 2001 of over 50,000 individuals being traded. Since only *M. aurantiaca* was CITES listed from 1995-2000, the actual trade figures may have been higher and the peak in 2001 be an artifact caused by the need of declaring all *Mantella* exports after the inclusion of all species on CITES Appendix II in 2000. Given the absence of scientific evidence on the impact of collection for the pet trade on wild populations it is not surprising that experts find it difficult to reach consensus on the potential risk of the export market for species survival. Nevertheless, it is not controversial to state that the impact of collection poses a more serious threat to species with small populations and fragmented distributions that occur in areas of declining habitat quality (e.g. *Mantella cowani*). By contrast, widespread and abundant species (e.g. *Mantella expectata* and *M. viridis*) could potentially tolerate sustained collection pressure. Organized collection, when done in a sustainable way, could be source of economic income, representing a positive feedback method to incentive nature conservation among local people. The same concept is valid for the species subject to collection for human consumption.

### Collecting for scientific purposes

Scientific collecting is usually done in the form of preserved voucher specimens but occasionally include other biological studies. The collection and preservation of voucher specimens are fundamental to scientific research.

commercialisés continue à être prélevée dans la nature. Toutes les espèces de *Mantella* spp. sont incluses dans l'Annexe II de la CITES, laquelle comprend également *Scaphiophryne gottlebei*. La grenouille tomate, *Dyscophus antongilii*, fortement collectée dans la nature jusqu'aux années quatre-vingt, est actuellement inclus dans l'Annexe I (la collecte et le commerce sont interdits). Des préoccupations concernent les espèces qui ne sont pas encore inclus dans la liste CITES, comme le cas du genre *Scaphiophryne* (*S. marmorata* et *S. boribory*) et *Dyscophus guineti* mais qui figurent dans le commerce des animaux domestiques.

Le nombre de mantelles exporté de Madagascar s'élèvent à 233893 individus entre 1994 et 2003. Malgré les incertitudes sur la taxonomie, les données font ressortir une forte augmentation du nombre d'espèces de *Mantella* signalées comme commercialisées, de une en 1994 à 14 espèces connues en 2002/2003. Cette augmentation est due essentiellement au fait qu'il y avait un vide juridique avant 2000, pour les espèces commercialisées autres que *M. aurantiaca* à la CITES. Des observations faites en 1991 et entre 1994-1996 indiquaient que déjà à cette époque beaucoup d'espèces de *Mantella* étaient commercialisées. En effet, la plupart des espèces de *Mantella* décrites au cours des années 1980 et 1990 (*M. bernhardi*, *M. crocea*, *M. expectata* et *M. viridis*) avaient au départ été recueillies pour le commerce et les exportateurs fournissaient les spécimens types. Le nombre d'individus a également augmenté durant cette période, avec plus de 21000 individus en 2003, avec des pics de 38000 en 1998 et plus 50000 individus en 2001 étaient commercialisés. Entre 1995-2000, seul *M. aurantiaca* était listé en CITES, les chiffres réels du commerce peuvent avoir été plus élevés et le pic en 2001 peut être un artefact causé par la nécessité de déclarer toutes les espèces de *Mantella* exportées après l'inclusion de toutes les espèces sur l'Annexe II de la CITES en 2000.

Étant donné l'absence de preuves scientifiques sur l'impact de la collecte dû au commerce des populations sauvages, il n'est pas étonnant que les experts éprouvent des difficultés à parvenir à un consensus sur le risque potentiel du marché d'exportation pour la survie des espèces. Néanmoins, il n'est pas sujet à controverse d'affirmer que l'impact de la collecte pose une sérieuse menace pour les espèces dont la population est faible et dont la distribution est fragmentée ; espèces se trouvant dans les aires où les qualités de l'habitat déclinent (par ex. *Mantella cowani*). Au contraire, celles qui

Voucher specimens are irrefutable evidence of species occurrence and are used in biomolecular and taxonomic studies as well as in conservation planning.

Little attention has been paid to whether scientific collecting represents a real threat for wild amphibian populations, and screening in the literature does not provide unequivocal evidence. As for the other cases of amphibian collection, there is the feeling that scientific collecting may represent a threat only at a last phase of a species existence, when other factors (e.g. habitat alteration and fragmentations) have already pushed the population towards extinction. However, the numbers collected for science tend to be rather small; in the period 2000-2005, the percentage of *Mantella* species exported for science varied from 0.05% to 3.15%. It is evident that scientific collecting does not therefore pose a significant threat to conservation at the species level.

Currently a capture limit of 2 individuals per species for amphibians per site is in place. This limit was established being more concerned with avoiding over-collection at single sites than the needs of taxonomists and museums (e.g. it sometimes poses problems when the number of visited sites per survey is higher than two).

There is an evident contrast between the number of permitted animals collected for commercial and scientific purposes. In the commercial trade, a single authorized collector may collect hundreds of individuals, even from a single site. By contrast, a single authorized scientist is limited to five individuals per site. Such a difference should be reconsidered, particularly taking into account that the data obtained by scientists have clear conservation-oriented objectives.



*Mantidactylus argenteus*, Sahavontsira

sont à large distribution et qui sont abondantes (par ex. *Mantella expectata* et *M. viridis*), pourraient tolérer la pression soutenue de la collecte.

Une collecte organisée, lorsqu'elle est réalisée de façon durable, pourrait être la source de revenus économiques pour les populations locales, ce qui représente une méthode de réaction positive à l'incitation à la protection de la nature. Le même concept est valable pour les espèces faisant l'objet de la collecte pour la consommation humaine.

### La collecte scientifique

La collecte scientifique se fait habituellement sous la forme de spécimens conservés, mais occasionnellement inclut d'autres pour des études biologiques. La collecte et la conservation de spécimens sont fondamentales pour la recherche scientifique. Les spécimens sont des preuves irrefutables de la présence des espèces et sont utilisés dans les études taxonomiques, biomoléculaires ainsi que dans la mise œuvre du plan de conservation.

Peu d'attention est mise sur les menaces accordées aux collectes scientifiques sur les populations d'amphibiens sauvages et la consultation de la littérature n'a pas fourni assez

de preuves contraires. Comme pour les autres cas de collecte d'amphibiens, la collecte scientifique peut représenter une menace, seulement dans la dernière phase d'existence de l'espèce, lorsque d'autres facteurs ont déjà poussé la population vers l'extinction (par ex. altération et fragmentation des habitats). Toutefois, les amphibiens collectés pour la science ont tendance à représenter un faible pourcentage; dans la période 2000-2005, le pourcentage d'espèces de *Mantella* exportées pour la science variait de 0,05% à 3,15%. Il est évident que la collecte scientifique n'est donc pas une menace significative à la conservation au niveau des

## Amphibians collected in the wild for local consumption

Amphibians (mainly frogs) are eaten by people all around the world, but there is relatively little information on the impact of this on wild populations, livelihoods or human nutrition. Globally, 212 amphibian species are used by people for subsistence food but only 20 species feature in the international market. The consumption of amphibians for (bush-meat) by humans is an often-overlooked form of exploitation in Madagascar. This may in part reflect the general lack of information on the contribution that wild meat makes to the diet and income of rural Malagasy people. However, there are large and growing global markets for frog legs and over-harvesting for food should be considered a potential threat alongside over-collection for the pet trade.

Five amphibian species, referred to generally as “radaka” or “bakaka” in the Malagasy language, are known to be consumed by people in Madagascar. Four of these species (*Mantidactylus grandidieri*, *M. guttulatus*, *Boehmantis microtympnum* and *Boophis goudoti*) are endemic to the island, and one is an introduced species (*Hoplobatrachus tigerinus*). One species (*B. microtympnum*) is classified as “endangered” under IUCN criteria. This is reflected in national legislation where it receives full protection from collection. The three other Malagasy frogs are classed as “game species” and can be collected from the wild between the 1st of February and 31st March. A study in Haute Matsiatra region showed that 75% of local people knew *Mantidactylus grandidieri* and all of them hunted stream frogs for local consumption or sale to markets and restaurants in Fianarantsoa. Collection of large amphibians for food probably occurs wherever these large frogs are found in high enough abundance to be harvested.

*Hoplobatrachus tigerinus*, the introduced Indian bull frog, is subject to collection only by prior authorization from the Ministry of Environment, Forests and Tourism. *Hoplobatrachus tigerinus* is regularly collected for consumption in Madagascar and specimens have been found for sale in Antananarivo markets and as well as in some supermarkets. There are reports that certain collectors in the Antsiranana region specialise in frogs and that the most likely candidate for collection there would be *H. tigerinus*. This introduced species is also known to be collected for consumption in the NW of Madagascar and the Toamasina

espèces.

Actuellement, une limite de 2 individus capturés par espèce et par site est en place pour les amphibiens. Les autorités scientifiques de Madagascar ont établi ce quota pour éviter une collecte sans limite sur un même site pour les taxonomistes et les musées (par ex. il pose parfois des problèmes lorsque le nombre de sites visités pour une évaluation est supérieure à deux).

Il existe un contraste évident entre le nombre de permis de collecte à des fins scientifiques et ceux pour des besoins commerciaux. Dans le commerce, un seul collecteur agréé peut collecter des centaines d'individus, même à partir d'un seul site. En revanche, un seul scientifique autorisé est limité à cinq individus par site. Une telle différence devrait être reconsidérée, en particulier compte tenu du fait que les données obtenues par les scientifiques ont été clairement orientées vers l'objectif de conservation.

## Amphibiens collectés dans la nature pour la consommation locale

Les amphibiens (principalement les grenouilles) sont mangés par les peuples du monde entier, mais il y a relativement peu d'informations sur l'impact que cela a sur les populations sauvages, les moyens de subsistance ou de la nutrition humaine. Au niveau mondial, 212 espèces d'amphibiens sont utilisés par les populations pour leur subsistance alimentaire, mais seulement 20 espèces rentrent dans le marché international. La consommation d'amphibiens, pour la viande, par l'être humain est souvent une forme d'exploitation négligée à Madagascar. Cela peut refléter en partie le manque général d'informations sur la contribution que la viande sauvage au régime alimentaire et aux revenus des populations rurales malgaches. Cependant, il existe de grands et croissants marchés mondiaux pour les cuisses de grenouilles. La surexploitation pour la nourriture devrait être considérées comme une menace potentielle avec de la collecte pour le commerce des animaux domestiques.

Cinq espèces d'amphibiens, appelés généralement “radaka” ou “bakaka” dans la langue malgache, sont connues pour être consommées par les personnes à Madagascar. Quatre de ces espèces (*Mantidactylus grandidieri*, *M. guttulatus*, *Boehmantis microtympnum* et *Boophis goudoti*) sont endémiques de l'île, et une autre est une espèce introduite (*Hoplobatrachus tigerinus*). Parmi elles, une seule espèce (*B. microtympa-*

area (where it also comprises the vast majority of the “cuisines de nymphe” market). Interestingly, the majority of the frogs sold in Toamasina are collected from within the town limits itself in the areas of Andranomadio, Mangarano and Anjoma and are mostly found in the highly polluted canals that run through these regions raising questions as to the health risks potentially associated with their consumption. In Toamasina the majority of individuals are caught by hand in the wet season and most collectors only harvest once per month collecting around 20 individuals on average each time. Most hotels and restaurants only accept live animals so the frogs are sometimes kept in water in a covered bucket until the day of delivery. The animals are transported either by tying their legs together with string or by storing them in damp sacks.

### Setting of export quotas for traded species

The current system of quota definition for the exportation of live amphibians is undertaken using a scientific formula by experts and representatives of the scientific authority. Although this adheres to good sense, it is evident that more data and explicit objective methods are needed to establish a more rational system of capture and exportation quotas. The quota system is central to the way that CITES regulates sustainable trade and in Madagascar, scientists, managers and the group of operators that trade in the flora and Fauna of Madagascar need to work together to demonstrate that existing quota have non-detrimental impacts on wild populations.

One possibility is that this could be done via the application of data processing models such as “population viability analysis” (PVA) to the critical species, by determining



*Boophis ulftunni*, Masoala

*num*) est classée “en danger” selon le critère de l’UICN. Cela est répercuté dans la législation nationale où elle reçoit une protection totale de la collecte. Les trois autres grenouilles malgaches sont classées comme “gibier” et peuvent donc être prélevés dans la nature entre le 1<sup>er</sup> février et le 31 mars. Une étude menée dans la région de Haute Matsiatra a montré que 75% de la population locale connaît l’existence de *Mantidactylus grandidieri* et elle le chassait pour la consommation locale ou pour la vente vers les marchés et

restaurants à Fianarantsoa. La collecte de grands amphibiens pour la nourriture se produit probablement partout où ces grandes grenouilles se retrouvent en assez grande abondance pour être collectées.

*Hoplobatrachus tigerinus*, la grenouille taureau indienne introduite, est soumise à la collecte seulement avec une autorisation préalable du Ministère de l’Environnement, des Forêts et du Tourisme. Elle est régulièrement collectée pour la consommation à Madagascar et des spécimens ont été trouvés en vente dans les marchés d’Antananarivo ainsi que dans certains supermarchés. On signale que certains collecteurs dans la région d’Antsirana sont des spécialistes des grenouilles, et que le candidat le plus probable à la collecte

n’est autre que *H. tigerinus*. Cette espèce introduite est également connue pour être collectée pour la consommation dans le nord-ouest de Madagascar et la région de Toamasina (où elle constitue la grande majorité du marché des “cuisines de nymphe”). Fait intéressant, la majorité des grenouilles vendues à Toamasina est collectée dans la périphérie de la ville elle-même, dans les sites d’Andranomadio, Mangarano et Anjoma et se trouve principalement dans les canaux fortement pollués traversant ces régions. Des risques potentiels pour la santé associés à leur consommation sont à craindre. A Toamasina, la majorité des individus est capturée

the main biological features requested by the software, such as population size estimate, sex ratio, age structure, life span, number of hatchlings, and dispersal capacity. Although most of these parameters are not easy to estimate (or obtain) with precision for amphibians, it is possible to get some general indications useful for understanding whether collection could be performed at a certain population size.

### **Recommendations for bush-meat**

Given the paucity of data on the extent and impact of the collection of frogs for local consumption in Madagascar, there is an urgent requirement for targeted studies to address this gap. Further research is badly needed to understand if the collection for bush-meat represents a conservation threat. Moreover, the apparent rarity of some of these large species should be investigated to understand whether it is due to over harvesting, habitat loss, natural densities or a combination of these factors.

A comparison should be done at collecting sites and undisturbed control sites (as geographically close as possible) to assess the impact of collection on local amphibian population numbers, body size, microhabitat use, reproductive success and genetic variation in the target species. Broader ecological studies should ideally also be carried out in the long-term monitoring sites to assess the knock-on effects of the collection on non-target species (inter-specific species competition, predator-prey dynamics, etc.).

Furthermore, a coordinated effort across Madagascar to gather data on the species of amphibian collected for local consumption and for sale to restaurants/hotels via questionnaire surveys targeting rural and town areas. Collectors and receiving hotels or restaurant managers should be interviewed. Detailed socio-economic studies in chosen pilot areas to ascertain the extent and localization of collection, destination of harvested animals, generated income, means and location of sale, estimation of protein provision (if consumed directly) etc. An economic investigation should be done to understand the actual and potential market for the “cuisses de nymphe”, the local name under which the frog legs are consumed in Madagascar.

Further specific conservation action recommendations include: (1) using ecological and microhabitat data collected in field research projects as a baseline; (2) set up control-

à la main pendant la saison des pluies et la plupart des collecteurs les captures seulement une fois par mois, la collecte s'effectuant, à chaque fois, une vingtaine de personnes en moyenne. La plupart des hôtels et des restaurants n'acceptent que des animaux vivants, donc les grenouilles sont parfois conservées dans un seau couvert, contenant de l'eau jusqu'au jour de la livraison. Les animaux sont transportés, soit en liant leurs jambes avec des fils soit en les stockant dans des sacs mouillés.

### **Fixation des quotas d'exportation pour les espèces commercialisées**

La définition du système actuel de quotas pour l'exportation d'amphibiens vivants est réalisée à partir d'une formule faite par des experts scientifiques et des représentants de l'autorité scientifique. Bien que cela respecte le bon sens, plus de données et des méthodes objectives sont nécessaires pour mettre en place un système plus rationnel de capture et de quotas d'exportation. Le système de quotas est essentiel car c'est une manière pour la CITES de réglementer un commerce durable. A Madagascar, les scientifiques, les gestionnaires et les groupes d'opérateurs du commerce de la flore et de la faune ont besoin de travailler ensemble pour démontrer que les quotas proposés ne nuiront pas à la population sauvage.

Une des possibilités est l'utilisation et l'application de modèles de traitement des données tels que “l'analyse de la viabilité de la population” (PVA) pour les espèces gravement menacées. On déterminerait les principales caractéristiques biologiques demandés par le logiciel, telles que l'estimation de la taille de la population, le sexe ratio, la structure d'âge, la durée de vie, le recrutement et la capacité de dispersion. Bien que la plupart de ces paramètres ne soit pas facile à estimer (ou à obtenir) avec précision pour les amphibiens, il est possible d'avoir quelques indications générales utiles pour comprendre à quelles taille de la population la collecte pourrait être effectuée.

### **Recommandations pour la collecte alimentaire**

Vu le peu de données sur l'étendue et l'impact de la collecte de grenouilles destinées à la consommation locale à Madagascar, il est urgent d'effectuer des études cibles pour remédier à cette lacune. D'autres recherches sont un mal nécessaire

led pilot projects to assess the viability of captive farming key species of edible frog (native rather than introduced species to limit risks of importing pathogens or potentially invasive species to new areas). Parc Ivoloina and PBZT are ideal candidates for such pilot schemes; (3) researchers and breeders should agree to comply with best practice guidelines for minimizing risk of spread of pathogens such as chytrid.

### Trade monitoring and law enforcement

Comparatively little is known on the trade of the Malagasy amphibians in terms of numbers of individuals captured in the wild. This is important, since it is compulsory to have information on the mortality rate through the trade chain. Even if exportation quotas could be established and maintained, further attention must be paid to the lower levels of the chain. In such a context, we propose a national and international network to monitor trade. We also recommend that TRAFIC and CITES networks are involved in this step. This will involve gathering import/export statistics, commercial breeding farm data and regular visits to the food, medicinal and pet markets. It is important to gather data to improve our understanding of the network structures, mechanisms and dynamics operating in the trade, such as the number and location of collectors, the number of intermediaries and their operational areas and the way they link with collectors and exporters. Current knowledge should be mapped at a national scale to identifying the gaps in knowledge. Furthermore, it is worth collecting data to improve our understanding of the economic structures, mechanisms and dynamics operating in the trade, such as the price differ-



*Heterixalus punctatus*, Sahavontsira

pour comprendre si la collecte de la viande sauvage représente une menace pour la conservation. En outre, la rareté apparente de certaines de ces grandes espèces, devrait faire l'objet d'étude d'évaluation pour en comprendre la cause: surexploitation, perte d'habitat, densité naturelle faible ou combinaison de ces divers facteurs.

Une comparaison doit être faite entre les sites de collecte et les sites de contrôle non perturbés, sites témoins (aussi proche que possible géographiquement) pour évaluer l'impact

de la collecte sur la population locale d'amphibiens, la taille du corps, l'utilisation de microhabitats, le succès reproducteur et de la variabilité génétique de l'espèce cible. Des grandes études écologiques devraient idéalement être réalisées à long terme sur des sites de suivi pour évaluer les effets de la collecte sur des espèces non ciblées (des compétitions interspécifiques, la dynamique prédateur-proie, etc.)

De plus, un effort coordonné devrait être réalisé à Madagascar en vue de recueillir les données sur les espèces d'amphibiens consommées localement et vendues aux restaurants ou aux hôtels, via des enquêtes ciblant les régions rurales et les villes. Les collecteurs et les réceptionnistes des hôtels ou des restaurants et les

gérants devraient être interviewés. Des études socio-économiques détaillées, dans des zones pilotes choisies, sont entamées afin de déterminer l'étendue et la localisation de la collecte, la destination des animaux récoltés, les revenus générés, les moyens et les lieux de vente, l'estimation de l'apport protéiniques (si consommé directement), etc. Une enquête économique doit être menée pour comprendre le marché réel et potentiel des "cuisses de nymphe", nom local des cuisses de grenouilles consommées à Madagascar.

D'autres recommandations de conservations spécifiques comprennent: (1) l'utilisation de données écologiques et de

entials between collectors, intermediaries, exporters and importers for all species.

Periodically, it will be necessary to review national law and regulations to determine if they offer adequate protection to the threatened amphibians, especially since the IUCN Red List and the taxonomy of species are regularly updated. If not, new regulations should be proposed. At the same time it is important to improve the bilateral cooperation between foreign countries and Madagascar regarding management and monitoring of the international pet trade. We recommend that direct contact is made between CITES services in the major importation countries (USA, Germany, Japan, and The Netherlands) and Madagascar. This would improve the surveillance of trade and help to reduce over-harvesting and illegal exportation of amphibians.

microhabitats collectées sur le terrain lors de la recherche servant de base, (2) la mise en place de projets pilotes visant à évaluer la viabilité de l'élevage en captivité des espèces clés de grenouilles comestibles (natives plutôt qu'espèces introduites afin de limiter les risques d'importation de pathogènes ou d'espèces potentiellement envahissantes dans de nouvelles aires). Le Parc d'Ivoloina et le PBZT sont des candidats idéals pour de tels projets pilotes, (3) les chercheurs et les éleveurs devraient se mettre d'accord pour se conformer aux directives d'hygiène afin de réduire les risques de propagation d'agents pathogènes tels que les chytrides.

### Suivi du commerce et application de la loi

Relativement peu d'informations sont connues sur le commerce des amphibiens malgaches en termes de nombre d'individus capturés à l'état sauvage. Ceci est important car il est obligatoire d'avoir des informations sur le taux de mortalité sur la filière. Même si les quotas d'exportation peuvent être établis et maintenus, une plus grande attention doit être accordée à des niveaux inférieurs de la filière. Dans un tel contexte, nous proposons un réseau national et international pour contrôler le commerce. Nous recommandons également que les réseaux CITES et TRAFFIC soient impliqués dans cette étape. Ceci impliquera les statistiques d'importations/exportations, la collecte de données sur les élevages commerciaux, les contrôles de la nourriture, des médicaments et des marchés d'animaux de compagnie.

Il est important de rassembler ces données afin de mieux comprendre la structure, le mécanisme et la dynamique de la filière, tels que le nombre et le lieu de collecte, le nombre d'intermédiaires et leurs zones opérationnelles et leurs liens avec les collecteurs et les exportateurs. De plus, il est essentiel de connaître les structures économiques, les mécanismes et dynamiques opérant dans le marché, comme les écarts de prix entre ramasseurs, intermédiaires, exportateurs et importateurs pour toutes les espèces.

Périodiquement, il sera nécessaire de réviser les lois et les réglementations nationales afin de déterminer si elles offrent une protection adéquate aux amphibiens menacés, en particulier depuis que la liste rouge de l'UICN et la taxonomie des espèces sont régulièrement mises à jour. Sinon, des nouvelles réglementations devraient être proposées. En même temps, il est important d'améliorer la coopération bilatérale entre Madagascar et les pays étrangers pour la gestion et le

suivi du commerce international des animaux de compagnie. Nous recommandons que le contact direct soit fait entre les services de la CITES dans les principaux pays importateurs (États-Unis, Allemagne, Japon et les Pays-Bas) et Madagascar. Ceci permettrait d'améliorer la surveillance du commerce et de contribuer à réduire la surexploitation et l'exportation illégale des amphibiens.

---

### Key bibliography - Bibliographie clé

Andreone F., Mercurio V. & Mattioli F., 2006. Between environmental degradation and international pet trade: conservation strategies for the threatened amphibians of Madagascar. *Natura - Società italiana di Scienze naturali e Museo civico di Storia naturale di Milano*, 95: 81-96.

Carpenter A. I., Dublin H., Lau M., Syed G., McKay J.E. & Moore R. D., 2007. Chapter 5. Over-harvesting. In: Gascon C. et al. (eds), *Amphibian Conservation Action Plan*, pp. 38-39. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland and Cambridge.

Rabemananjara F.C.E., Rasoamampionona Raminosoa N., Ramilijaona Ravoahangimalala O., Rakotondravony D., 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: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

---

| Project priorities<br>Priorités du projet   | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe                                     | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|---|------------------------------|--|--|
| Develop extraction models of sustainable harvests and CITES species monitoring / Développer des modèles de collecte soutenable pour les espèces CITES | IUCN/ASG,<br>UADBA           | Universities, institutions, NGOs /<br>Universités, institutions, ONG | 100 000                                  |
| Establish improved economic and management structures and procedures / Établir des meilleures structures et procédures de gestion                     | DGEF,<br>IUCN/ASG            | Institutions, NGOs / Institutions,<br>ONG                            | 30 000                                   |
| Integrate trade/collection models into economic management / Intégrer des modèles de commerce/collecte dans la gestion économique                     | DGEF,<br>IUCN/ASG            | Institutions, NGOs, regions / Insti-<br>tutions, ONG, régions        | 20 000                                   |
| Capacity building and knowledge transfer / Transfert de capacité de réalisation e de connaissance   | UADBA,<br>IUCN/ASG           | Institutions, NGOs, regions / Insti-<br>tutions, ONG, régions        | 20 000                                   |
| <b>TOTAL</b>  |                              |  | <b>170 000</b>                           |

## Captive breeding and zoo actions

### Elevage en captivité et activités des parc zoologiques

Kevin Buley, Samuel C. Furrer, Gerardo Garcia, Richard C. Gibson, Claudia Gili, Fabio Mattioli, Franco Andreone

*The potential for chytrid fungus to arrive in Madagascar, with potentially catastrophic consequences, suggests it would be wise to invest in “ex situ” breeding programme. Such initiatives provide an opportunity to develop insurance populations of the rarest species and to develop husbandry expertise with poorly known species as well as to study closely aspects of reproduction and biology difficult to observe in the wild. Thus, it is important to prioritise threatened and iconic species that will most benefit from captive breeding programmes. These include: (1) the identification of some species belonging to the main ecological guilds, in order to develop husbandry expertise with respect to their captive requirements; (2) the development of institutional and personnel capacity for conservation breeding in Madagascar; (3) the establishment of a system of certification for sustainable harvested and captive bred animals for the international trade.*

*L'arrivée potentielle du champignon chytride à Madagascar, avec des conséquences incalculables, suggère d'investir dans un programme de reproduction ex-situ. De telles initiatives offrent une occasion de développer une sécurisation des populations des espèces les plus rares. Elles permettent aussi de connaître les différents aspects du mode de reproduction et de la biologie des taxons peu connus qui sont difficilement observables dans la nature. Pour effectuer des programmes d'élevage en captivité, il faut privilégier les espèces menacées et les espèces emblématiques. Ceux-ci comprennent: (1) l'identification de certaines espèces appartenant aux principaux milieux écologiques afin de développer une expertise pour respecter leurs besoins en captivité, (2) le développement et le renforcement des capacités des personnes et des institutions dans la “reproduction conservatoire” à Madagascar, (3) la mise en place d'un système de certification pour la collecte durable ainsi que pour les animaux élevés en captivité rentrant dans le commerce international.*

#### Zoo involvement and captive breeding for amphibian conservation

Emerging amphibian pathogens; habitat alteration and fragmentation; introduced predators and competitors; pollution; unsustainable international trade; and climate change; constitute dangers for many amphibian species. The chytrid fungus especially, and to a lesser degree the ranaviruses, are responsible for catastrophic population declines and extinctions of entire species. In the face of, as yet, unstoppable epidemic disease, “ex situ” (captive) breeding represents a short-term solution (or even the only solution) in establishing conservation assurance colonies of those species most at imminent risk in the wild. Fortunately, chytrid fungus has yet to be observed in Madagascar but it might be only a matter of time. Its

#### Participation des zoos et reproduction en captivité pour la conservation des amphibiens

En plus des pathologies naissantes, d'autres menaces telles que la dégradation et la fragmentation des habitats, l'introduction des prédateurs et concurrents, la pollution, la commercialisation internationale et les changements climatiques constituent de vrais dangers pour beaucoup d'amphibiens. Le chytride spécialement et à moindre effet le ranavirus, sont responsables du déclin catastrophique des populations et de l'extinction d'espèces entières. C'est la raison pour laquelle la reproduction en captivité est une solution rapide (ou même la seule) dans l'établissement de colonies conservatoires sécurisées pour les espèces à risques imminents. Heureusement, le chytride est encore absent de Madagascar mais il est fort probable que son arrivée ne soit qu'une

likely impact upon endemic amphibian fauna can only be guessed but is likely very serious, perhaps disastrous.

With respect to certain peculiar and often attractive Malagasy frog species, it is worth noting that several are subject to intense collection pressure owing to the international interest in them for the pet-trade. A great number of terrarium-keepers, especially in the USA, Japan and some European countries depend upon the continued collection and exportation of many species from Madagascar both for their hobby but in some cases also their businesses. The most famous example of this exploitative trade is the genus *Mantella*. Of the 16 species currently known, almost all have been observed in the international trade, often in very high numbers and over multiple years. Recent data has shown that the number of species exported remains very high.

Despite this international trade, and the resulting large numbers of private keepers obtaining and maintaining Malagasy amphibians there remains very little information available on their captive husbandry requirements. Even the most widely kept and bred species (*Mantella* spp. and *Dyscophus* spp.) have generated little published methodology on reliable reproduction while no information exists at all for the majority of Malagasy species. “Ex situ” breeding is here considered as a tool for the conservation of some of most peculiar amphibians of Madagascar. To identify the species that are most in need of this special attention we followed two different approaches. The first one follows the procedures established during the final report of the “CBSG/WAZA Amphibian ex situ conservation planning workshop”, held at El Valle (Panama), 12-15 February 2006. In this workshop, a taskforce of herpetologists established a series of standard procedures to prioritise amphibian taxa for “ex situ” conservation programmes (the AARK Species Prioritisation process). Species were prioritised following the AARK Species Prioritisation process during an EAZA meeting held in London, November 2006. This meeting was primarily attended by an AARK Taxon Officer, EAZA Amphibian TAG members and others interested in developing an “ex situ” programme for the Malagasy amphibians, as well as international experts on Malagasy amphibians in the wild (some by prior and subsequent consultation).

In addition to those species prioritized on the basis of their conservation need, further species were identified

question de temps. Son impact sur la faune amphibienne endémique malgache pourrait être très grave et même dévastateur.

En ce qui concerne certaines espèces de grenouilles malgaches particulières et souvent attrayantes, plusieurs sont soumis à la pression de collecte intense du fait de leur intérêt pour commerce international d'animaux domestiques. Un grand nombre d'éleveurs (grossistes), particulièrement aux États-Unis, au Japon et quelques autres pays, ont alimenté leur collection et leurs exportations à partir de nombreuses espèces venant de Madagascar à la fois pour leur passe temps et pour le commerce. Le genre *Mantella* est l'exemple le plus connu pour son exploitation. Des 16 espèces actuellement connues, presque toutes ont été observés dans le commerce international, souvent en très grand nombre et durant plusieurs années. Les données récentes ont prouvé que le nombre d'espèces exportées a été très élevé.

Vu cette situation, il est étonnant de constater que peu d'informations et de publications sont disponibles sur les modalités d'élevage de la majorité des amphibiens malgaches ; même pour les espèces qui sont largement élevées et commercialisées à savoir *Mantella* spp. et *Dyscophus* spp. La reproduction en captivité est ici considérée comme un outil pour la conservation de certains amphibiens les plus rares et particuliers de Madagascar. Pour déterminer qu'elles sont les espèces qui ont besoin d'une attention particulière, nous avons suivi deux approches différentes. La première suit les procédures établies dans le rapport final de l'atelier sur la planification de conservation des amphibiens ex-situ ou CBSG/WAZA qui s'est tenu à l'El Valle (Panama) du 12 au 15 février 2006. Lors de cet atelier, un groupe de travail d'herpétologues a établi une série de procédures standardisées pour déterminer les taxons à privilégier pour les programmes de conservation ex-situ (procédure de priorité d'espèces AARK). Les espèces sont prioritaires suivant la procédure AARK lors de la réunion d'EAZA à Londres, en novembre 2006. Les participants à cette réunion ont été les agents de l'AARK Taxon, les membres de l'EAZA Amphibian TAG et d'autres, intéressés par le programme “ex-situ” des amphibiens malgaches, ainsi que des experts internationaux travaillants, in-situ, sur les amphibiens (consultation au préalable et par la suite).

En plus de ces espèces prioritaires se basant sur leur besoin de conservation, d'autres espèces ont été identifiées pour les programmes de recherche en élevage basé sur leur ap-

for husbandry research programmes on the basis of their belonging to different ecological guilds (reproductive strategies and altitudinal distribution etc – see below). Having preliminarily prioritized species for “ex situ” programmes (an ongoing process influenced by new data as it becomes available) we must select the institutions and/or private individuals who are best suited to maintain and breed the species. This institutional selection is as important as the species selection. We make no distinction between institutions “out-of-Madagascar” and institutions “in-Madagascar”- indeed, any and all institutions holding frogs in captivity will be part of the “ex situ” programme. Institutions will be selected on the basis of their experience and availability of suitably and biologically secure facilities. Each institution will hopefully “specialize” on a certain species, group of species or “ecological guilds”, and will devote its personnel, time, and money to achieve positive results. Anyhow, it is clear that the selection of the institutions and the assignment of certain species to institutions will be a process entirely coordinated by the AARK and assisted by EAZA through training and capacity building programmes in Madagascar and elsewhere and with Malagasy authorities’ presence through control (DGEFT and Scientific Authority). The species selected for conservation breeding will be captured at specific sites and subject to permanent, suitable levels of quarantine. High biological security in these captive populations will maximize the opportunities for future reintroduction should they be required. Where precise origin of founders is not clear, resulting captive populations will be used exclusively for biological and husbandry research and education - never for reintroduction in the wild.



*Rhombophryne coudreau*, Betampona

partenance écologique aux différents milieux (stratégies de reproduction et répartition altitudinale etc. - voir ci-dessous).

Par ailleurs, nous devons choisir les établissements et/ou les privés qui sont aptes à faire l'élevage en captivité. Ce choix est aussi important que la sélection des espèces et concerne les établissements existant aussi bien à Madagascar qu'à l'extérieur. Dans ce cas, l'essai de multiplication en captivité doit être prévu comme un programme “ex-situ”.

Les institutions seront choisies uniquement sur la base de leur expérience et de la disponibilité des équipements biologiquement sécurisés. Chaque établissement devrait se focaliser sur certaines espèces, groupe d'espèces ou sur des paramètres écologiques. Ils consacreront leur personnel, temps et argent pour obtenir des résultats positifs. Cependant, il est clair que le choix des institutions et l'attribution de certaines espèces aux établissements sera un processus entièrement coordonné par AARK avec l'aide de l'EAZA à travers la formation et le renforcement de capacité, ainsi qu'avec la présence des autorités malgaches pour les contrôles (DGEFT et Autorité scientifique). Les espèces sélectionnées pour la reproduction

de conservation seront capturées dans des sites spécifiques et seront mises en quarantaine. De hautes sécurités biologiques de ces espèces seront exigées pour garantir une future réintroduction. Dans le cas où des fondateurs n'ont pas une origine claire, population captive connue, ils seront employés à des fins biologiques, éducatives et de recherches sur l'élevage, mais jamais pour la réintroduction en milieu sauvage.

Dans tout les cas, les spécimens seront collectés à l'occasion des activités de recherches sur le terrain, coordonnées par l'AARK. Tous les permis de collecte et d'exportation se-

In each case, specimens will be collected during associated field research activities, coordinated by the AARK. All permits for capture and exportation of live animals will be requested from the relevant authorities prior to approval of any species programme and specimen collection.

### The need for studies of species in the wild

We recommend that any “ex situ” conservation and research breeding initiative be accompanied by a complementary programme of natural history, status and distribution data collection in the wild. For each of the selected species it is proposed that at least one or two visits are made in the field to understand which are the natural conditions under which the species live. This will be extremely valuable in developing suitable facsimiles in captive conditions. To achieve this, we recommend that automatic dataloggers are used to monitor the climatic conditions for one year. This kind of routinary weather detection device will provide extremely useful data, especially for species that live in extreme habitats, like *Mantella cowani* (likely experiencing high thermal excursion between summer and winter periods at high altitudes), or *M. expectata* and *Scaphiophryne gottlebei* (inhabiting the harsh Isalo Massif, with long period of cool and dry conditions). This will allow recreating in captivity the same ecological conditions, and thus facilitate any breeding attempt.

Furthermore, we also recommend that the species selected for the breeding program will be collected directly during this series of visits. This will ensure to get precise locality of provenance of the species and an assurance of the wild-status with respect to disease and parasites.

### “Ex situ” breeding representatives of the different ecological guilds

We recommend timely initiation of an experimental “ex situ” breeding programme for representative species belonging to different ecological guilds: (1) pond-breeding savannah and forest species of generalized reproduction (such as *Scaphiophryne* spp.); (2) stream-breeding tree frogs (such as most *Boophis* species); (3) stream breeding riparian frogs (such as *Mantidactylus opiparis*); (4) pond breeding arboreal frogs (e.g., *Boophis tephraeomystax*); (5) tree-hole breeding frogs with non-feeding tadpoles (e.g.,

ront demandés aux autorités compétentes avant l’approbation de tout programme sur les espèces et de collectes de spécimens.

### Le besoin pour les études des espèces dans la nature

Nous recommandons que toutes les initiatives de conservations “ex-situ” et de recherche sur la reproduction soient associée à un programme complémentaire sur l’histoire naturelle, sur la collecte des données dans la nature sur le statut et la distribution des espèces. Pour chacune des espèces sélectionnées, il est proposé qu’au moins une ou deux visites soient faites dans la nature pour comprendre les conditions naturelles sous lesquelles vivent les espèces permettant ainsi de les appliquer pour la reproduction en captivité. Pour atteindre cet objectif, nous recommandons que des enregistreurs de données automatiques (dataloggers) soient utilisés pour suivre les conditions climatiques annuelles. Ce type de dispositif de détection journalière météorologique fournira des données extrêmement utiles, en particulier pour les espèces vivant dans des habitats extrême, comme *Mantella cowani* (qui connaît une forte variation thermique, en haute altitude, entre l’été et l’hiver), ou *M. expectata* et *Scaphiophryne gottlebei* (habitant les conditions dure du massif de l’Isalo, avec de longues périodes froides et sèches). Cela permettra de recréer les mêmes conditions écologiques en captivité et facilitera ainsi toute tentative de reproduction.

En outre, nous recommandons que l’espèce choisie pour le programme d’élevage soit directement collectées au cours de cette série de visites, assurant ainsi la précision dans la provenance (localité) et dans l’état naturel à l’égard des maladies et des parasites.

### Elevage “ex-situ” dans les différentes communautés écologiques

Nous recommandons une expérience d’initiation d’élevage “ex-situ” pour les espèces représentatives des différentes communautés écologiques: (1) des espèces qui pondent dans les étangs de savane ou des espèces forestières à reproduction commune (ex. *Scaphiophryne* spp.); (2) des espèces arboricoles pondant près d’un cours d’eau (comme la plupart des *Boophis* spp.); (3) des grenouilles ripicoles pondant près de cours d’eau (comme *Mantidactylus opipa-*

*Platypelis* and *Cophyla* spp.); (6) species with non-feeding tadpoles breeding in terrestrial nests (such as *Rhombophryne* spp); (7) species with direct development or unknown breeding behaviour (e.g., *Gephyromantis eiselti*); (8) canyon species (e.g., *Gephyromantis corvus*, *G. azzurrae*); (9) tsingy species (e.g., *Tsingymantis antitra*).

This is in order to gather the knowledge and develop the expertise that will allow the rapid establishment of a conservation-oriented breeding programme should these, or related species, become threatened in the wild – through for example, the arrival of chytrid fungus.

With the exception of a few commercially exploited species (e.g. those belonging to the already mentioned genera), very little is known about the captive breeding and even basic maintenance of most Malagasy frog species. Almost nothing is known, for example, about the care of species in the microhylid genera, *Stumpffia*, *Platypelis*, and *Plethodontohyla*, or of the mantellid genera *Spinomantis*, *Gephyromantis*, and *Mantidactylus*. This is clearly because these species are not in demand among private keepers (they have shy habits and dark coloration). Thus, we have identified

a suite of species for captive husbandry and breeding research and skill development, on the basis of their belonging to one specific ecological guild. For practical reasons we suggest focussing on species that are relatively common in the wild, so that collection of sufficient specimens for breeding groups are not detrimental to wild populations.

It is our opinion that the “ex situ” colonies contribute to conservation through actions that do not always involve reintroduction (e.g., applied research, education) and recolonisation populations do not necessarily involve



*Mantella laevigata*, Nosy Mangabe

(4) des grenouilles arboricoles pondant dans les eaux stagnantes (par ex. *Boophis tephraeomystax*); (5) des grenouilles pondant dans un trou d'arbre avec des têtards non alimentés (par ex. *Platypelis* et *Cophyla* spp.); (6) des espèces à têtard non-alimentée pondant dans des nids terrestres (tels que *Rhombophryne* spp.); (7) des espèces avec un développement direct ou celles dont le mode de reproduction est inconnue (par exemple, *Gephyromantis eiselti*); (8) des espèces de canyon (par ex. *Gephyromantis corvus* et

*G. azzurrae*); (10) des espèces de Tsingy (par ex. *Tsingymantis antitra*).

Cela a pour but de rassembler les connaissances et de développer des compétences permettant d'établir rapidement un élevage axé sur le programme d'élevage conservatoire, ou des espèces apparentées, devenues menacées dans la nature (par ex. si le champignon chytride frappe).

À l'exception de quelques espèces exploitées commercialement (par ex. celles qui appartiennent aux genres déjà mentionnés), très peu de chose sont connues sur l'élevage en captivité et même sur la maintenance de base de la plupart des espèces de grenouilles malgaches. Nous ne savons que très peu de chose au sujet des genres microhyli-

des (*Stumpffia*, *Platypelis* et *Plethodontohyla*) ou mantellides (*Spinomantis*, *Gephyromantis* et *Mantidactylus*) par exemple. En effet, ils ne sont pas demandés par les éleveurs privés (ils sont discrets et de coloration foncée). Ainsi, nous avons identifié une série d'espèces pour des élevages en captivité, des recherches en reproduction et des renforcements de compétence sur la base de leur appartenance à une même caractéristique écologique spécifique. Pour des raisons pratiques, nous suggérons de concentrer les efforts sur les espèces qui sont relativement fréquentes dans la nature, de sorte que la collecte de spécimens suffisants pour l'élevage

a captive component (e.g., translocations). The main goal of this aspect of the “ex situ” programme is the explicit focus is on the scientific documentation of husbandry protocols and establishment of repeatable breeding methodology as well as publication of new biological data observed in captivity and the development of amphibian husbandry skills among new and existing amphibian keepers. The expectation is that the procedures refined with these ‘model species’ can also be applied to other species of similar ecological and life history characteristics should they be required.

Many species would be likely to recover on their own following mitigation of the threats coupled with habitat management, restoration or creation. In general, natural recolonisation is not possible without restored habitat and consideration needs to be given to whether the area can support a viable population even if a reintroduction takes place. Reintroduction should therefore only be considered as an option where these mechanisms are deemed insufficient for ensuring species recovery on their own. In general, a relatively strong emphasis should be placed upon highland species since these are likely to be most susceptible to Bd and climate change. However, some low-altitude species will also be included. The list of the species has been established by consultation with experts in Malagasy amphibian fauna.

72

### “Ex situ” breeding of threatened species

Breeding of those species that are already threatened in the wild (often listed as Critically Endangered in the IUCN Red List and GAA), especially of those that are attractive to the trade, is recommended on conservation grounds. Furthermore, the IUCN endorses “ex situ” conservation programmes for any and all amphibian species listed as Critically Endangered and subsequent to the Malagasy conference on amphibian conservation, the Amphibian Ark and EAZA, assisted by experts in Malagasy amphibian biodiversity and biology, prioritised Malagasy frog species for “ex situ” conservation initiatives.

The main goals of this aspect of the “ex situ” programme are as follows: (1) to develop standardised protocols for the “ex situ” management and breeding of priority species; (2) to unveil the reproductive species potential (e.g., number eggs per clutch, clutch size relative to female

ne soit pas préjudiciable aux populations sauvages.

Selon notre avis, les colonies “ex-situ” peuvent alors contribuer à la conservation à travers des actions qui n’impliquent pas toujours la réintroduction (l’éducation et la recherche) et celles-ci n’impliqueront pas nécessairement un élevage (par ex. translocations). Le but principal du programme ex-situ se focalise alors sur des documents scientifiques de protocole d’élevage et l’établissement de méthodologies répliquables. De plus, il intègre les publications des nouvelles données biologiques observées en captivité et sur le développement des compétences chez les éleveurs d’amphibiens, nouveaux et anciens. Les procédures ainsi obtenues servent de “modèles” qui pourront être appliquées à d’autres espèces présentant les mêmes caractéristiques écologiques et une histoire naturelle semblable.

Beaucoup d’espèces menacées réussissent à se rétablir dans leur environnement, à partir du moment où leurs menaces sont minimisées. Cela ne peut toutefois se faire que si cela a été couplé à une gestion, une restauration ou à une création d’habitat. Pour une recolonisation naturelle, il est nécessaire de savoir si ce site peut supporter une population viable si une réintroduction a lieu. La réintroduction ne doit donc être considérée comme une option que lorsque les mécanismes assurant la reconstitution des espèces par leurs propres moyens sont ratés. Une attention particulière devrait être portée sur les espèces de haut-plateaux car elles sont susceptibles d’être plus affectées par le chytride et par le changement climatique. Cependant, certaines espèces de basse altitude seront également incluses. La liste a été établie par la consultation des experts en faune amphibienne malgache.

### Elevage “ex-situ” des espèces menacées

Cet élevage concerne la reproduction des espèces qui sont déjà menacées de nos jours (CR dans la liste rouge de l’UICN et de GAA), particulièrement celles qui sont commercialisables. En outre, l’UICN approuve des programmes de conservation ex-situ pour toutes les espèces d’amphibiens gravement menacées à la suite de la conférence sur la conservation des amphibiens malgaches, l’Amphibian Ark et EAZA, aidés par des experts en matière de biodiversité et de biologie des amphibiens malgaches dans l’initiative de conservation ex-situ.

Ce travail a pour but de: (1) développer des protocoles

body-size, number of clutches per year, egg survival and viability) and compare these data with what we may be able to observe in nature. Such data is crucial information needed for population viability analyses; (3) to collect species founder individuals and populations from known localities and maintain them in biological secure, single species (or site-cohort) facilities to maximize preservation of their integrity and minimize pathogens transfer to and from them and the surrounding environment; (4) to assess the need for and feasibility of reintroductions and translocations to support threatened populations in the wild or to re-establish populations at places known formerly to support the species but where they now appear extinct; (5) to verify whether successful and productive breeding may be integrated into efforts to achieve sustainable exploitation of the species through production of surplus certificated animals to supply the pet trade and generate economic income for local people.

### **Selection of institutions, training and building capacity**

The institutions involved will be chosen on the basis of their experience, facilities, desire to work with Malagasy amphibians, and belonging to a recognised zoo and aquarium body, namely belonging EAZA. In the critical early stages of establishing “ex situ” populations of highly threatened species, institutions that do not have practical experience should not be included. Thus it is likely that Malagasy institutions potentially interested being part of the “ex situ” programme will join the conservation breeding programmes only after they have gained significant experience in amphibian keeping and breeding through the management of more common species, perhaps some of



*Boophis albilabris*, Masoala

standardisés pour une gestion et une reproduction ex-situ des espèces prioritaires; (2) découvrir le mode de reproduction potentiel de ces espèces (par ex. nombre d'œufs par ponte, rapport pontes-taille des femelles et nombre de ponte par an, la survie et la viabilité de l'œuf) et comparer les données ainsi obtenues à celles que nous pouvons observer dans la nature (in-situ) afin d'avoir des informations cruciales nécessaires à l'analyse de la viabilité de la population ; (3) collecter les populations naturelles de ces espèces

(uniquement des espèces ou des cohortes-site) provenant des localités bien connues et les maintenir en quarantaine pour faciliter au maximum l'intégrité de leur préservation et minimiser le transfert des maladies provenant d'elles et à celles qui les entourent; (4) évaluer les besoins et la faisabilité de la réintroduction et de la translocation pour soutenir des populations menacées dans les milieux naturels ou rétablir les populations dans le site où elles vivaient auparavant mais qui sont probablement éteintes actuellement; (5) vérifier le succès de l'élevage en l'intégrant dans l'effort d'exploitation durable des espèces à travers la production d'un surplus d'animaux certifiés pour supporter la demande du commerce des animaux

et générer des revenus économiques pour les populations locales.

### **Sélection des institutions, formation et renforcement des capacités**

Les institutions participantes seront choisies sur la base de leur expérience, des installations, du désir de travailler sur les amphibiens malgaches et l'appartenance à un zoo ou à un aquarium, à savoir EAZA. Dans les premières étapes de la création des populations “ex-situ” d'espèces hautement

those representing the ecological guilds. Currently there are no public or private institutions in Madagascar, with the necessary expertise or facilities to maintain and breed amphibians, especially under any level of biosecurity. For this reason we recommend the implementation of training courses to generate the necessary capacity within Madagascar. These courses, already well established and being delivered all over the world, can be delivered by DWCT/AARK/EAZA in Madagascar and cover all aspects of amphibian husbandry as well as biosecurity and field techniques.

menacées, les institutions qui n'ont pas d'expérience pratique ne doivent pas être incluses. Ainsi, il est probable que les institutions malgaches potentiellement intéressées faisant partie des programmes "ex-situ" rejoindront les programmes d'élevages finalisés à la conservation seulement après avoir acquis une expérience significative dans le maintien et la reproduction des amphibiens à travers la gestion d'espèces communes, peut-être certains de ceux représentant les guildes écologiques. Actuellement, il n'existe pas d'institutions publiques ou privées à Madagascar ayant l'expertise nécessaire ou les moyens pour maintenir et élever les amphibiens, notamment sous le niveau de biosécurité. C'est la raison pour laquelle nous recommandons la mise en œuvre de cours de formation pour développer les capacités nécessaires à Madagascar. Ces cours, déjà bien établis et mis en œuvre dans le monde entier, peuvent être dispensés par DWCT/AARK/EAZA à Madagascar et couvrent tous les aspects de l'élevage des amphibiens ainsi que la biosécurité et les techniques de terrain.

---

### Key bibliography - Bibliographie clé

García G., Bock L., Earle S., Berridge R. & Copsey J., 2008. Captive breeding as a tool for the conservation of Malagasy amphibians: how ready are we to respond to the need? In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

Mendelson J.R. III, Gagliardo R., Andreone F., Buley K.R., Coloma L., Garcia G., Gibson R., Lacy R., Lau M.W., Murphy J., Pethiyagoda R., Pelican K., Pukazhenthil B.S., Rabb G., Raffaelli J., Weissgold B., Wildt D. & Feng X., 2007. Chapter 7. Captive Programs. In: Gascon C. et al. (eds), *Amphibian Conservation Action Plan*, IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland and Cambridge.

Wollenberg K. C., Vieites D. R. & Vences M., 2008. Annual temperature data for two Malagasy sites of high anuran diversity. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

---

| Project priorities<br>Priorités du projet  | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe  | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|--|------------------------------|---|--|
| Collection of data in the wild on selected species / Collecte de données en nature sur des espèces sélectionnées | UADBA                        | Institutions, universities, NGOs, associations / Institutions, universités, ONG, associations | 30 000                                   |
| Captive breeding of prioritized species / Élevage et reproduction en captivité des espèces prioritaires          | EAZA/AARK                    | Institutions, universities, NGOs / Institutions, universités, ONG                             | 200 000                                  |
| Development of educational programs / Développer des programmes éducatifs  | IUCN/ASG                     | Institutions, universities, NGOs / Institutions, universités, ONG                             | 20 000                                   |
| Training of local personnel / Formation de personnel local   | DWCT/AARK/EAZA               | Universities, institutions, NGOs / Institutions, universités, ONG                             | 120 000                                  |
| Reinforcement of wild populations / Renforcement de populations sauvages   | EAZA/AARK                    | Universities, institutions, NGOs / Institutions, universités, ONG                             | 30 000                                   |
| <b>TOTAL</b>   |                              |   | <b>400 000</b>                           |

## Development of a unified herpetological collection

### Developpement d'une collection herpétologique unifiée

Olga Ramilijaona Ravoahangimalala, Miguel Vences, Franco Andreone

*Natural history collections are important in the management of biodiversity, since they allow conserving relevant voucher specimens and types upon which the original taxonomic description is based. Given this, it is vital that Madagascar develops an open herpetological collection with a unified system of management. Currently, the major herpetological collections in Madagascar are available in two institutions, PBZT and UADBA. At UADBA the collection originated from the activity of different research team, and benefits of the activity of students and professors who assure a constant check. On the other side, at PBZT the herpetological collection is smaller and more oriented to educational purposes. It is therefore envisaged that a unitary collection is constituted and thus concentrated in an unique biodiversity center. In the meanwhile, both the collections (and others eventually constituted by other organizations) should be integrated within a system that allows integrating into a single database.*

*Les collections d'histoire naturelle sont importantes pour la gestion de la biodiversité. En effet, elles stockent les spécimens de base et les informations sur description des taxons originaux. Pour cela, il est vital pour Madagascar de développer une collection herpétologique avec un système de gestion unifié. Les deux principales collections à Madagascar se trouvent dans les deux institutions, à savoir au PBZT et à l'UADBA. Pour l'UADBA, la collection vient des différentes activités des équipes de chercheurs et bénéficie aussi des travaux des étudiants et des professeurs qui assurent un contrôle constant. D'autre part, au PBZT, la collection herpétologique est plus petite et plus orientée à des fins éducatives. Il est donc envisagé de créer une collection et un centre de biodiversité unique. Ainsi, les deux collections (et éventuellement constitués par d'autres organisations) devraient être intégrées dans un système permettant d'intégrer une base de données.*

76

#### Importance of natural history collections for species conservation

It is generally assumed that zoological collections are important in terms of biodiversity conservation. In fact, they are needed to carefully preserve voucher specimens with accompanying geographic and biological data, which are useful in determining conservation priorities. For example, we often need to know whether a certain species occurred in the past within a geographic area, and this can be confirmed with certainty if a voucher specimen of that species is housed and verifiable in a public collection. At same extent, data on the presence of particular species at a certain sites are needed to support the creation of protected areas. Although bibliographic information can be useful utilized for compiling these kinds of data, the consultation of a natural history collections and associated

#### Importance des collections d'histoire naturelle pour la conservation des espèces

Les collections zoologiques sont importantes en termes de conservation de la biodiversité. En effet, elles stockent les spécimens de base et les informations géographiques et biologiques afférentes qui pourraient être utiles dans la détermination des priorités de conservation. Par exemple, nous devons souvent savoir si certaines espèces apparus dans le passé appartenaient à une aire géographique et ceci peut être confirmé avec certitude si le spécimen de cette espèce est vérifié et placé dans une collection publique. En même temps, les données de présence des espèces particulières dans certains sites peuvent appuyer la création d'aires protégées. En outre, l'information bibliographique est utile dans la compilation de ces types de données, la consultation de collection d'histoire naturelle et les informations associées.

information is extremely useful.

The crucial term to be kept in mind here is “verifiability”. Taxonomic changes in amphibian systematic, due, in Madagascar, due to the ongoing discovery of new species, are quite fast. How can we know that a record of, for example, *Mantella cowani* in a report or a publication from 1995 indeed refers to this critically endangered species, or refers to *M. baroni*, *M. madagascariensis*, *M. pulchra*, or *M. haraldmeieri*? All these species have at some stages in the past erroneously been named as *M. cowani*. The only option to clarify this matter would be to look at the specimens deposited by the particular researcher in an accessible collection. In such a way past identifications can be verified and if necessary corrected and updated. Therefore, collections play an important role in conservation-oriented research by the storage and appropriate cataloguing of the so-called voucher specimens, and by making them available for scientific researchers. Additionally, the types of newly described taxa are to be housed, which constitute the reference specimens for the identity of any particular species name.

The fieldwork in Madagascar in terms of amphibian survey is usually accompanied by the collecting of voucher specimens. Although part of these specimens are exported and consequently housed in the zoological collections of another country, it is crucial that a public national collection (or a series of public collections) is available in Madagascar. Most conservationists agree with the validity of these general considerations. Since most of them are involved in the taxonomic research that is at the basis of biodiversity assessment, they are concerned about the possibility that collected specimens are housed in a convenient institution, in order to make them useful in terms of conservation.



*Blommersia* sp., Betampona

Le terme crucial à retenir dans l'esprit est la “vérifiabilité”. Les évolutions taxonomiques dans la systématique des amphibiens de Madagascar, dues à la découverte continue de nouvelles espèces sont très rapides. Comment pouvons-nous savoir qu'un enregistrement de *Mantella cowani* dans un rapport ou dans une publication de 1995, par exemple, se rapporte-t-il en effet à celui des espèces en danger critique, ou se rapporte aux *Mantella baroni*, *Mantella madagascariensis*, *Mantella pulchra*, ou *Mantella haraldmeieri* ? En effet, toutes ces espèces, à une certaine période dans le passé, ont été injustement appelées *Mantella cowani*. Le seul moyen de le découvrir est de regarder les spécimens déposés par le chercheur dans une collection accessible. De cette manière, des identifications passées peuvent être vérifiées et au besoin être corrigées et mises à jour. Par conséquent, les collections jouent un rôle prépondérant dans la recherche orientée vers la conservation par le stockage et le catalogage approprié comme les spécimens de base et en les rendant disponibles pour les chercheurs scientifiques. De plus, les types de taxa nouvellement décrits sont stockés, constituant les spécimens de référence pour l'identité de

n'importe quel nom d'espèce particulière.

Les travaux de terrain à Madagascar sont souvent accompagnés de collecte de spécimens. Cependant une partie de ces spécimens sont exportés et par conséquent stockés dans une collection zoologique d'un autre pays, il est crucial qu'une collection publique nationale (ou une série de collections publiques) soit disponible à Madagascar. La plupart des conservateurs d'amphibiens sont d'accord sur la validité de ces considérations générales. Puisque la majorité d'entre eux sont impliquées dans la recherche taxonomique qui est à la base de l'évaluation de la biodiversité, ils sont conscients de

Finally, natural history collections are important tools to increase the public awareness. In Madagascar at present a real natural history museum is missing, and collections are mainly divided between two institutions, while there is the prospective that other institutions (e.g. other universities) will put together their own collections, and, therefore, will increase the split of the current situation, with an objective difficulty to determine how to identify and locate specimens.

### **The existing herpetological collections in Madagascar**

The most important natural history collections in Madagascar are housed in two major state institutions: the Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza (PBZT), and the Université d'Antananarivo (UADBA).

The PBZT is a park, primarily devoted to the exhibition of live organisms (animals, plants), to their study in captivity and to nature education. Nevertheless, PBZT is also house of the museum of the Académie Malgache that exhibited stuffed animals, skeletons and other natural history items for a long time. The PBZT also hosts the national herbarium and the "Bibikely Biodiversity Center", managed by the California Academy of Sciences, and that is house of an important component as entomology and arthropod collection. Most of the activities of the Département Faune at PBZT however are orientated to keeping and exhibiting captive animals, although some field expeditions are regularly carried out in collaboration with foreign partners or independently. The herpetological section manages the "vivarium" that mostly hosts reptiles and small mammals, and a few amphibians. The preserved herpetological collections (including amphibian collection) originate at least partly from animals that died in captivity.

An important part of the amphibian collection at PBZT was collected during fieldwork done in collaboration with the Museo Regionale di Scienze Naturali (MRSN), although a few complementary collections are also available, such as those collected in collaboration with Kyoto University (Japan), and Oklahoma University (USA). For this reason, the herpetological collection deposited at PBZT is currently limited in number and only partially catalogued. Due to the lack or insufficiency of personnel and economical resources, the management has been rather irregular. As a general trait, the preserved PBZT collection is mostly seen as a resource for education. The collections are stored

l'importance que des spécimens collectés soient déposés dans un établissement afin de les rendre utiles en termes de conservation.

Finalement, les collections d'histoires naturelles sont des outils importants pour développer la sensibilisation du public. A Madagascar, jusqu'à présent, un vrai musée d'histoire naturelle fait défaut, et les collections sont principalement partagées entre deux institutions. En outre, il se peut que d'éventuels établissements (par exemple d'autres universités), aient leurs propres collections, et en conséquence, accentueront la situation actuelle avec une difficulté objective pour déterminer comment identifier et localiser les spécimens.

### **Les collections herpétologiques à Madagascar**

Presque toutes les collections d'histoire naturelle à Madagascar sont actuellement déposées dans deux établissements malgaches: le Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza (PBZT) et l'Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale (UADBA).

Le PBZT est un parc principalement consacré à des expositions d'organismes vivants (animaux et végétaux) et à l'éducation se rapportant sur l'étude en captivité et dans la nature. Aussi, PBZT loge le Musée de l'Académie Malgache qui exposait des animaux empaillés, des squelettes et d'autres articles d'histoire naturelle d'un certain temps. Il héberge aussi l'herbarium national et le "Bibikely Biodiversity Center", géré par l'académie des sciences de Californie stockant d'importantes collections comme celle d'entomologie et d'arthropodes. La plupart des activités du Département Faune au PBZT est souvent orientée pour garder et exhiber des animaux en captivité, cependant des expéditions de terrains sont régulièrement menées en collaboration avec des partenaires étrangers et indépendants. La section herpétologique gère le vivarium qui hébergent la plupart des reptiles et petits mammifères, et quelques amphibiens. Les collections herpétologiques préservées (incluant les amphibiens) a come origine en partie les animaux morts en captivité.

Une part importante de la collection d'amphibien au PBZT est collectée durant les travaux de terrain fait en collaboration avec le Museo Regionale di Scienze Naturali (MRSN), cependant quelques collections complémentaires sont aussi disponibles, provenant de collaboration avec l'Université de Kyoto (Japon), et l'Université d'Oklahoma (USA). Pour ces

within a dedicated building within the park, with basic care, but only with little scientific management and diffusion of their consistency to the scientific community. Specimens are partly labeled by field numbers, but they are not sorted into species and most are not individually numbered by a specific collection number.

The UADBA collection benefits from a more regular curatorial service by students and volunteers, and receives material (alcohol, jars, labels) from a large number of researchers collaborating with the university. A large part of the specimens have been collected during field expeditions with foreign researchers. Many specimens are sorted into separate jars by species, and are numbered by individual tags with consecutive UADBA numbers. All pertinent data are reported in hand-written catalogues and are at present digitized into an Excel-based spreadsheet database. Beside the herpetological collection there are also many other preserved zoological collections, such as the small mammal collection, the bone collection and the ichthyology collection. At least one UADBA professor coordinates the museum activity and the studies carried out on it. Currently, the collection is housed in an adequate local. Although the loan service is only partly activated, there is the prevision that in forthcoming years it will become available. The collection size is considerable, with an estimated 50,000-80,000 specimens, of which 30,000 are individually tagged and catalogued. In addition, there is an available computer from Sabin Fellowship devoted to preserved collections at UADBA but a constraint is lacking of the person to do this task. Following this primary effort, UADBA is obtaining a collaboration with Vahatra to pay a salary of the permanent curator for all specimens at the university.



*Scaphiophryne gottlebei*, Isalo

raisons, la collection déposée au PBZT est actuellement limitée en nombre et partiellement cataloguée. A cause d'un manque ou d'une insuffisance en personnel et en ressource économique, la gestion est plutôt irrégulière. Ainsi, la collection du PBZT est, en général, à vocation éducative.

Les collections sont gardées au sein d'un bâtiment du Parc, avec un minimum de soins, mais seulement avec une petite gestion scientifique et une diffusion de leur collection à la communauté scientifique. Les spécimens sont partiellement

étiquetés par des numéros de terrain, mais ils ne sont pas séparés par espèce et la plupart d'entre eux ne sont pas individuellement numérotés par un label spécifique de collection.

La collection préservée à l'UADBA bénéficie d'un service régulier d'entretien fait par des étudiants et des volontaires et reçoit du matériel (alcools, bocaux et étiquettes) venant d'un grand nombre de chercheurs travaillant en collaboration avec l'université. La majorité des spécimens entreposés à l'UADBA ont été collectés pendant des expéditions conjointes avec des chercheurs étrangers. Un nombre important de spécimens sont séparés par espèce dans des bocaux ou flacons dans lesquels ils sont numérotés individuellement.

Chaque individu porte un numéro de terrain et une étiquette label UADBA. Toutes les données pertinentes de spécimens sont reportées dans des cahiers d'enregistrement et sont actuellement digitalisées dans une base de données Excel. A part la collection herpétologique, il existe également d'autres collections préservées telles que les petits mammifères, les squelettes et l'ichtyologie. Au moins un professeur de l'UADBA coordonne l'activité au sein du musée et les activités qui s'y passent. Actuellement, la collection est hébergée dans un local adéquat. Bien que le service de prêt soit partiellement fonctionnel, il est prévu qu'il soit totalement

## What about a unified collection?

As said before, the two major herpetological collections are managed separately and are located in different sites at Antananarivo (within the Ankatso Campus the UADBA collection and within the Tsimbazaza Park the PBZT one). Moreover, there is an evident difference in the management, consistency and destination of the herpetological collections: the UADBA collection being designed mainly to taxonomic studies and with the results of many field surveys, and the PBZT one housed in a park where the educational function is predominant.

For all these reasons, we believe that the constitution of a single and unitary collection will be a recommended step in the future. We also believe that all the vertebrate collections could find a better place in a devoted natural history museum, whose foundation and constitution is highly encouraged. In the meanwhile, pending for this action, a joint management system of the two major collections (and of any other collection that would be constituted) is advisable, and would give evident advantages, such as: (1) the resources could be shared; (2) the researchers could be more conscious of the existence of the available specimens. We propose here to interpret the concept of a single and national herpetological collection more as a way of managing the existing collections, rather than the actual constitution of a single collection. PBZT and UADBA collections) could maintain their autonomy, but they will be managed unitarily in the sense of a better and more coordinated sense. In particular, we propose to create a single database with data referring to all individual specimens and associated data, made available to the scientific community, mainly via web resources.

Moreover, since the two collections show different finalities and vocations (more research-oriented the UADBA collections and more educational-oriented the PBZT collection), we suggest that these aspects are more stressed in the new management of the national collection. UADBA will take care for a scientific finality, with a collection mainly aimed to be analyzed by national and international researchers, while the PBZT on the other hand will deal with the didactic and expositive aims. This will allow to differentiate the finalities and to give more importance to both the collections.

activé dans un futur proche. En outre, la taille de la collection est considérable, estimée à 50 000-80 000 spécimens dont 30 000 sont individuellement étiquetés et catalogués. De plus, un ordinateur est disponible, venant de la bourse de Sabin, consacré aux collections conservées de l'UADBA mais le problème réside dans le manque de personnel pour saisir les données. Suite à ce premier effort, l'UADBA a obtenu une collaboration avec Vahatra pour payer le salaire d'un permanent pour tous les spécimens de l'université.

## Y a-t-il un besoin d'une collection nationale unifiée ?

Comme il a été suscité, les deux (principales) collections herpétologiques malgaches sont actuellement gérées séparément et forment deux noyaux distincts (dans le campus de l'UADBA et à l'intérieur du PBZT).

De toute façon, comme il a déjà été démontré, il y a une asymétrie évidente dans la gestion, l'uniformité et la destination de ces collections herpétologiques: l'UADBA est consacrée principalement aux études taxonomiques et les spécimens sont obtenus à partir des études sur terrain tandis que la collection de PBZT, dans un parc, est surtout destinée à l'éducation.

Pour toutes ces raisons, nous pensons que la constitution d'une collection unique serait une étape recommandée dans le futur. Nous croyons aussi que toutes collections des vertébrés pourraient trouver une meilleure place dans un lieu consacrée à un musée d'histoire naturelle, dont la création et la constitution sont fortement encouragées. Dans l'attente de cette action, un système de gestion conjointe des deux grandes collections (et de toute les autres collections) est souhaitable, et cela procurerait des avantages évidents, tels que: (1) les ressources pourraient être partagées; (2) les chercheurs pourraient être plus conscient de l'existence des spécimens disponibles. Nous suggérons ici d'interpréter le concept d'une collection herpétologique nationale comme une manière de gérer les collections existantes plutôt que la constitution réelle d'une collection unique. Les deux collections existantes (PBZT et UADBA) pourraient maintenir leur autonomie mais elles seront gérées ensemble dans le sens d'une meilleure coordination. En particulier, nous proposons de créer une base de données simple se référant à tous les spécimens pris individuellement et ses données associées qui seront rendus disponibles à la communauté scientifique, notamment par l'intermédiaire des ressources

## The need of free data access

To better manage the collections, they will be eventually catalogued on a single database. This is indeed the ultimate objective of the national collection that should therefore be seen in a dynamic way, and as a network of data associated to the voucher specimens. The proposed schema could be therefore seen as a general model to manage the herpetological collections (and in general the natural history collections). In fact, we cannot also exclude that in the future other collections will be constituted at other Malagasy universities or other institutions. It is logical that these collections will maintain their autonomy and coherence. We also recommend that a person will be hired to manage the herpetological collection and, therefore, could act as curator for the preserved material.

Making collection data available to the scientific community is an important step to valorize the collections in Madagascar. Equally important is the access to the specimens. We envisage an open access to all data and specimens, free of any financial charge, with a very clear procedure that needs to be advertised

together with the online catalogue. Of course, all researchers need to be able to access without restrictions all specimens collected by their own research group. By a public guest book, it needs to be obvious to everybody who is accessing which specimens for which research goals. For a limited period, still to be determined, researchers maintain the right of being informed about other researchers accessing specimens collected by them, and, more importantly, publications based upon these specimens should only be possible by previous authorization of the collectors within this time frame, which for example could be ten years.



*Gephyromantis webbi*, Farankaraina

du web.

D'ailleurs, les deux collections ont différentes origines et montrent différentes finalités et vocations. Pour ceci, nous proposons également que ces aspects soient pris en compte dans la nouvelle gestion de la collection nationale : d'une part l'UADBA a une finalité scientifique avec une collection visant principalement à être analysée par des chercheurs nationaux et internationaux, d'autre part, le PBZT traitera les cotés didactiques et les expositions. Ceci permettra de diffé-

rencier les finalités et donnera plus d'importance aux deux collections à la fois.

## Accès libre aux données

Pour mieux gérer les collections, il faut répertorier les spécimens dans une base de données unique. C'est effectivement la finalité de la collection nationale qui doit donc être considérée d'une manière dynamique et comme un réseau de données associé à des échantillons de spécimens. Le schéma proposé pourrait donc être considéré comme un modèle général pour gérer les collections herpétologiques (et les collections d'histoire naturelle en général). En effet, dans l'avenir, on ne peut exclure que d'autres collections seront constituées par

d'autres universités malgaches ou d'autres institutions. Il est logique que ces collections conservent leur autonomie et leur cohérence. Nous recommandons également qu'une personne soit embauchée pour gérer la collection herpétologique, par conséquent, elle pourrait agir pour s'occuper du matériel ainsi préservé.

Rendre les données disponibles à la communauté scientifique constitue une étape importante dans la valorisation des collections à Madagascar. Un accès aux spécimens est aussi de même importance. Nous envisageons que toutes les données et les spécimens soient à accès libre, exempt de to-

ute charge financière, avec une procédure très claire qui devrait être annoncée dans le même site que le catalogue en ligne. Normalement, tous les chercheurs doivent avoir accès sans restriction à tous les spécimens collectés par leur propre groupe de recherche.

Pour toutes les personnes qui voudraient accéder aux spécimens, il faut que l'objectif et l'utilisation de spécimens pour la recherche soient clairs. Pendant une période déterminée, les chercheurs collecteurs devraient être informés de l'utilisation de leurs spécimens par d'autres chercheurs, et plus particulièrement, les publications basées sur ces spécimens devraient être seulement possibles qu'après l'autorisation préalable des collecteurs dans un temps limité, par exemple dix ans.

---

### Key bibliography - Bibliographie clé

Ramilijaona Ravoahangimalala O., 2008. Rôle du Muséum du Département de Biologie Animale de l'Université d'Antananarivo dans la conservation de la biodiversité de Madagascar, avec spéciale référence aux amphibiens. In: Andreone F. (ed), *A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*. Monografie, 45. Museo Regionale di Scienze Naturali, Turin.

---

| Project priorities<br>Priorités du projet   | Team leader<br>Chef d'équipe | Team members<br>Membres d'équipe  | Cost € (5 years)<br>Coût en € (5 années) |
|---|------------------------------|---|--|
| Laboratory materials / Matériel de laboratoire  | UADBA                        | PBZT, institutions, universities, NGOs / PBZT, institutions, universités, ONG   | 60 000                                   |
| Cataloguing of the existing collections / Catalogage des collections existantes   | UADBA                        | PBZT, institutions, universities, NGOs / PBZT, institutions, universités, ONG   | 30 000                                   |
| Sharing the specimens and curatorial recruitment / Partager les données sur les spécimens et faciliter le recrutement des curateurs | UADBA                        | PBZT, institutions, universities, NGOs / PBZT, institutions, universités, ONG   | 40 000                                   |
| Permanent educational exhibits / Réaliser des expositions éducatives permanentes  | PBZT                         | UADBA, institutions, universities, NGOs / UADBA, institutions, universités, ONG | 20 000                                   |
| <b>TOTAL</b>  |                              |   | <b>150 000</b>                           |

## Standardisation in conservation activities

### Standardisation des activités de conservation

Franco Andreone, Herilala Randriamahazo, Nirhy H. C. Rabibisoa

*In this final chapter we intend to provide some further and practical indications and suggestions on how conducting conservation actions for the amphibians. Of course, we do not wish to give an exhaustive manual for field methods: many practical guides are available and can be easily consulted. Our aim is to give indications useful for obtaining a standardisation and unification of methods, i.e. methods that allow to obtain comparable results. Of course, these indications are only suggestions, and we cannot obligate anyone to follow one or the other method. For more detailed information we invite the reader to consult classical books of methods for studying amphibians.*

*Dans ce chapitre final nous voulons apporter des précisions, des indications pratiques ainsi que des suggestions sur la manière de mener les actions de conservation sur les amphibiens. Bien sûr, nous ne prétendons pas vous donner une liste exhaustive de techniques de terrain : plusieurs guides pratiques sont disponibles et facilement consultables. Notre objectif est de donner des indications utiles pour une standardisation et une unification des méthodes, par exemple permettant d'obtenir une comparaison de résultats. Ainsi, ces indications sont seulement des suggestions, et n'oblige personne à les suivre. Pour plus de détails, nous invitons le lecteur à consulter des livres classiques de méthodologie pour l'étude des amphibiens.*

#### 84 **Choice of study sites for monitoring threatened or traded species**

The studied sites should be selected on the basis of knowledge available at that moment and among the sites where the presence or absence of commercial collecting is known. Study sites should include habitat currently considered to be optimal as well as sub-optimal habitat patches, as well as potentially suitable habitat that currently is not occupied. Since abundance and detectability may not be comparable across sites, it is important to work in different sites addressing the question how the selected site is representative for the wider populations. At least two different sites will be investigated for each species: one in an area of ongoing collection, the other in an area without collecting activity. The studies should be carried out during the rainy seasons when most frog species are active. Each site should be surveyed for seven days by two people two times/year. Monitoring should be carried out, as much as possible, by the same persons in every year, to avoid collector biases. Abundance data will be collected with the capture-mar-

#### **Choix des sites d'étude pour le suivi des espèces menacées et commercialisées**

Les sites étudiés devraient être sélectionnés sur la base des connaissances disponibles actuellement et parmi les sites dont la présence ou non de collecte commerciale est connue. Les sites d'étude doivent inclure les habitats considérés comme intacts, perturbés et sans activité humaine. Étant donné que l'abondance et la détectabilité ne peuvent pas être comparables dans tous les sites, il est important de travailler dans différents endroits pour que le site choisi soit représentatif de l'ensemble de la population. Au moins deux sites différents seront étudiés pour chaque espèce : l'un dans la zone de collecte et l'autre dans une zone sans collecte. Les études devront être menées au cours de la saison des pluies pendant laquelle la plupart des espèces sont actives. Chaque site doit être évalué pendant sept jours par deux personnes et deux fois par an. Le suivi devrait être effectué, autant que possible, par les mêmes personnes chaque année, pour éviter le biais "collecteur". Les données d'abondance seront recueillies par la méthode

king-recapture method, with a single mark (if we decide to use the toe-clipping as marking it will be possible to get lot of other additional information (e.g. age structure, genetic structure useful for the management) and multiples captures. All individuals will be marked, measured, weighed, sexed and photographed (which in several species will allow individual identification and subsequent mark-recapture estimates).

### **Selection of monitoring units for amphibian communities**

Within one larger area to be investigated, many smaller monitoring units (vs. a few large units) should be selected. Monitoring units should include (a) aquatic breeding sites and (b) plots. Monitoring units should be selected at the beginning of the monitoring program: both sites with actual high overall abundance and with low abundance should be selected in equal numbers. Also, all different microhabitats within the respective site should be covered such that the entirety of monitoring units is representative of the whole site. The position of the monitoring unit must be the same over the years to control for intra-site variation in community parameters.

The area size should be standardized to 1 000 square meters. Depending on the situation this area could be represented by a square of about 16 x 16 m or one transect of 100 x 10 m. The exact location of the study area must include the key habitat used by the target species.

For elevational surveys it will likely consist of 3-4 study plots along a gradient, either elevation or potential habitat change, at which 5 lines of transects, each of 100 m, will be surveyed at least every two months. Approximately 12 long-term acoustic recorders will be deployed to monitor

capture-marquage-recapture, avec un seul marquage et captures multiples (si nous décidons d'utiliser la coupure des orteils comme marquage, d'autres informations supplémentaires utiles pour la gestion sont obtenues (par ex. les structures d'âge et structure moléculaire)). Tous les individus seront marqués, mesurés, pesés, sexés et photographiés (permettant en même temps une estimation et identification individuelle).

### **Sélection de l'unité de suivi des communautés d'amphibiens**

Sur une grande surface étudiée, de plus petites unités (vs plusieurs grandes unités) devraient être sélectionnées. L'unité de suivi devra inclure (a) les sites de pontes aquatiques et (b) les placettes. Le choix devra être fait au début de chaque programme de suivi: à la fois des sites présentant une abondance significative et les sites à faibles abondance devront être sélectionnés en nombre égal. Aussi, tous les différents microhabitats dans les sites respectifs devraient être couverts de telle sorte que la totalité de l'unité de suivi soit représentative de l'ensemble. La position de l'unité de suivi doit être le même au fil des

années pour contrôler la variation paramétrique intra-site. La taille de l'aire devrait être standardisée à 1 000 mètres carrés. Suivant le cas, elle pourrait être un carré d'environ de 16 x 16 m ou d'un transect de 100 x 10 m. L'emplacement exact de la zone d'étude doit inclure les habitats clés utilisés par les espèces cibles.

Pour les suivis altitudinaux, il consistera probablement en 3-4 placettes le long du gradient, soit d'altitude ou de potentiel changement d'habitat, au cours de laquelle 5 transects linéaires, chacun long de 100 m, seront étudiés, au moins tous les deux mois. Environ 12 enregistreurs acou-



*Mantidactylus brevipalmatus*, Antioquia

amphibian calling activity on every night and day of the year. Monitoring will include initial and regular screening for chytrid infections.

### **Monitoring methods**

Visual encounter searches and acoustic surveys should be usually applied, i.e. all frogs that are seen and heard within one monitoring unit should be recorded. Searches should be non-destructive, as the same sites are to be repeatedly visited.

Pitfall trapping, a method widely used in faunal inventories, are not recommended for repeated and rapid monitoring, due to the fact that their installation is time consuming. Anyhow, they are useful (and sometimes indispensable) in identifying the presence of fossorial species (such as *Rhombophryne*, *Scaphiophryne*, and *Plethodontohyla* species).

Each site should be visited (at least) once a year at the same time of the season (depending on the onset of rain in very seasonal regions). Within each visit of a site, each monitoring unit should be searched once during daytime and once during night (using head torches, likely with light diodes). Time of searching during the day should be comparable between monitoring units, sites and years (e.g., morning for day searches and the first half of the night for night searches). All microhabitats within one monitoring unit should be searched, i.e. water surface, border, border vegetation etc. in ponds and streams, and leaf litter, vegetation structures etc. in plots.

### **Tadpole surveys**

Beside adult collecting an important technique to be used to verify the presence of a certain species is to analyse tadpole presence. It has been demonstrated that for some species (e.g. arboreal and forest litter species) the presence of tadpoles and their identification might be the unique tool to confirm their survivorship at that Focal Amphibian Site, especially when population densities are low. The advantages of tadpole surveys are their relative independence from climatic and weather conditions: it is possible to perform successful tadpole inventories both in dry intervals during the rainy season, and indeed during the dry season, when calling activity, and reproductive activity in general, of most species is strongly reduced and bio-

stiques à long terme seront déployés pour le suivi des chants des amphibiens tous les soirs et jours de l'année. Le suivi comprendra un dépistage initial et régulier pour les infections de chytride.

### **Méthodes de suivi**

L'observation directe et acoustique devraient être appliquées habituellement, par exemple, toutes les grenouilles vues et entendues dans une unité de suivi seront enregistrées. Les fouilles doivent être non destructives même si les sites sont visités plusieurs fois.

Le pitfall, une méthode largement utilisée pour les inventaires faunistiques, n'est pas recommandé pour un suivi répété et rapide, à cause du temps d'installation. Cependant, cette méthode est utile (et souvent indispensable) dans la recherche d'espèces fouisseuses (telles que les espèces *Rhombophryne*, *Scaphiophryne*, et *Plethodontohyla*).

Chaque site devrait être visité (au moins) une fois par an au même moment dans la saison (selon la venue de la pluie pour chaque région). Pour la recherche, chaque unité de suivi devrait être visitée une fois le jour et une fois la nuit (utilisant des lampes frontales, si c'est possible avec des ampoules diodes). Le temps de la recherche au cours de la journée devrait être le même pour les unités de suivi, les sites et les années (ex. le matin pour la recherche diurne et la première moitié de la nuit pour la recherche nocturne). Tous les microhabitats dans une unité de suivi devrait être examinés dans une placette (les surfaces de l'eau, les rives, les bordures de la végétation, les marres, les cours d'eau, les feuilles mortes, les litières, les étagements de la végétation etc.).

### **Suivi des têtards**

En plus de la collecte des adultes, l'analyse des têtards est aussi une technique très importante permettant la vérification de la présence de certaines espèces. Il a été démontré pour quelques espèces (ex. arboricole et de litières forestières) que la présence des têtards et leur identification pourraient être l'unique outil confirmant leur survie dans un Focal Amphibian Site, particulièrement lorsque la densité de la population est faible. Les avantages du suivi des têtards sont leur relative indépendance vis-à-vis du facteur climatique et les conditions météorologi-

oustic and visual encounter methods will fail to produce sufficient data for the arboreal species.

### **Abundance and habitat data**

We recommend collecting categorical abundance data, i.e. the abundance of each species should be measured in categories. We propose six categories: no individual, 1-3 individuals, 4-10 individuals, 11-50 individuals, 50-100 individuals, >100 individuals (If specimens can be counted accurately absolute numbers should be recorded, but especially if counting calling individuals, a precise count may not always be possible). Calling and non-calling individuals should be recorded separately. All species in one monitoring unit are recorded. Within one monitoring unit, this method will reveal fluctuations in low abundances but will not reveal fluctuations of very high abundances.

For each monitoring unit, data to characterize the habitat should be recorded. For aquatic breeding sites: length, width, surface area, maximum depth, canopy cover, coverage of leaf litter, presence of fish, border vegetation, coverage of emergent, surface and submersed vegetation etc. For forest plots: plot dimensions, slope, canopy cover, leaf litter depth and coverage, structure of under storey vegetation and canopy, distance to nearest open water etc.

### **Photographs of amphibians**

The recording of images (photos, videos) and sounds/calls represent an important need when inventorying amphibian communities. This is because from one side the life colours easily fade or disappear in preserved frogs, and

ques: il est possible d'accomplir avec succès des inventaires de têtards à la fois pendant les périodes sèches dans la saison pluviale et pendant les saisons sèches. Durant ces périodes, l'activité de chant et de reproduction en général, pour la plupart des espèces est fortement réduite. Par conséquent les méthodes d'observation directe et bioacoustique ne produisent pas assez de données surtout pour les espèces arboricoles.



*Mantidactylus sp. aff. femoralis*, Betampona

### **Données d'abondance et d'habitat**

Nous recommandons une catégorisation des collectes de données d'abondance, par exemple l'abondance de chaque espèce devrait être mesurée par catégorie. Nous proposons six catégories : aucun individu, 1-3 individus, 4-10 individus, 11-50 individus, 50-100 individus et >100 individus (si les spécimens peuvent être comptés exactement, les nombres absolus devraient être enregistrés; par contre pour le comptage des mâles chanteurs, des précisions ne sont pas toujours possibles). Des individus chanteurs ou non devraient être enregistrés séparément. Toutes les espèces rencontrées, dans une unité de suivi, seront notées.

Dans une unité de suivi, cette méthode fera apparaître des fluctuations pour les espèces à faible abondance, mais non pas pour les grandes abondances.

Pour chacune des unités de suivi, les données caractéristiques de l'habitat seront collectées. En ce qui concerne les sites de reproduction aquatiques, il s'agit de la longueur, la largeur, la surface, la profondeur maximum, l'ouverture de canopée, la couverture de la litière etc... Pour les placettes forestières: la dimension de la placette, la pente, l'épaisseur et la couverture de la litière, la structure et l'étagement de la végétation sous la canopée, la distance à l'eau etc.

from the other since the calls play an important role in taxonomic determination. For photographs the current technology allows to make good shots with digital compact or reflex cameras. A high definition is recommended for photographs, that should be adequately named and labelled when stored in hard-disks and DVDs.

### **Bioacoustic survey**

Bioacoustics remains an excellent and straightforward method to detect arboreal species during the breeding season, and it is a very reliable identification technique if applied at particular sites where the amphibian fauna is known. Especially many arboreal species are often difficult and time-consuming to collect, particularly outside of their main breeding period, but their calls are often loud and characteristic and can easily be recorded also by less experienced students. Bioacoustics provides an easy means to reliably identify a large proportion of the arboreal species, and especially also of the forest species that mostly do not have free-swimming tadpoles. Calls of amphibians could be recorded using a wide range of devices. The best solution is the use of professional digital recorders, using digital cards as storing system. The use of analogical tapes, widely used until a few years ago, although still possible, becomes less likely during the lack of production of good analogical recorders, replaced by MP3 and MP4 recorders. These recorders – although rather economic and easy to be used – should be avoided for recording frog calls, due to the fact that they cut relevant frequencies and do not allow a rigorous call analysis. Currently three CDs are available with a large number of calls of Malagasy frogs, useful to recognise species. These CDs can be obtained through the Fonoteca Zoologica, Madrid. Devoted sound-analysis softwares and further information are available at several sites.

### **Hygiene protocols to avoid pathogen diffusion**

Sterilization procedure needed to prevent the spread of pathogens through anthropogenic activity involves the sterilization of footwear as well as any equipment that may come in contact with the substrate, biota etc. within the area of concern. Sterilization stations at the entrances to areas of conservation priority such as wetlands or

### **Photos des amphibiens**

La prise d'images (photos, vidéos) et d'enregistrement de chants est indispensable pour les inventaires de la communauté d'amphibiens. Cela est important car, premièrement, la coloration naturelle disparaît facilement lorsque les grenouilles sont préservées (fixées dans l'alcool ou formol) et deuxièmement, les chants jouent un rôle important dans la détermination taxonomique. Pour les photographies, la technologie actuelle, avec les appareils numériques ou les reflex, permet de faire de bonnes prises. La haute définition est recommandée pour les photographies qui devraient être nommées et étiquetées de façon adéquate lorsqu'elles seront stockées dans les disques durs et les DVDs.

### **Suivi bioacoustique**

La bioacoustique reste la méthode la plus efficace pour détecter les espèces arboricoles pendant la saison de reproduction, et c'est une technique d'identification très fiable si elle était appliquée à des sites où la faune amphibienne est connue. De nombreuses espèces arboricoles sont souvent difficiles à observer et leurs collectes prennent beaucoup de temps, en particulier en dehors de la période de reproduction. Les chants sont souvent forts et caractéristiques et peuvent être facilement enregistrés par des étudiants peu expérimentés. La bioacoustique permet d'identifier d'une manière simple et fiable une grande proportion d'espèces arboricoles surtout les forestières qui n'ont pas de têtards libres. Les chants d'amphibiens pourraient être enregistrés à l'aide d'une large gamme d'appareils. La meilleure solution est l'utilisation d'enregistreurs numériques professionnels à cartes numériques comme système de stockage. Les bandes analogiques, largement utilisées il y a quelques années, bien qu'elles soient encore pratique, deviennent de moins en moins utilisées actuellement à cause de l'absence de production d'un bon enregistrement analogique et sont remplacées par les enregistreurs MP3 et MP4. Ces nouveaux enregistreurs - bien qu'assez économiques et faciles à manipuler - devraient être évités pour l'enregistrement des chants de grenouilles car ils coupent les fréquences ne permettant pas une analyse rigoureuse des chants. Trois CDs sont disponibles actuellement avec un grand nombre de chants de grenouilles, indispensables pour la

hiking trails can effectively deal with the sterilization of footwear. This would involve that a duty officer is appointed to ensure that the sterilization station is not only well equipped, but operational. Sterilization baths at the entrances to the wetlands ensure that disease agents are not transferred by footwear to the wetlands from the surrounding environment. Similarly, sterilization upon leaving the wetlands ensures that the wetlands do not serve as a catalyst for spreading disease agents. This is particularly important in the case of Bd because the wetland and forest conditions are optimal for sustaining the amphibian chytrid. Control should also be directed towards preventing the introduction of pathogens through equipment. The best way of dealing with issue is by using new and disposable equipment as far as possible. More expensive and/or tailor made equipment that cannot be replaced easily should be clean/sterilized and dry before entering designated areas for pathogen control and when transferring between such areas. A spray bottle with 70% ethanol or bleach works well to sterilize equipment such as traps and dip-nets. It is often not practical to sterilize all equipment, such as sensitive electronic devices. In these instances the discretion of visiting scientists and conservation officers should be used and such equipment should be operated with extra caution in the field. It should be the duty of the conservation officers to inform visiting scientists about these precautions and to ensure that they adhere to them.

### ***Tissue sampling for Bd identification***

In general two methods are currently widely used for detecting Bd presence in amphibian community. The first one

reconnaissance des espèces. Ces disques peuvent être obtenus par la Fonoteca Zoologica de Madrid; et les logiciels d'analyses du son et les informations fournies avec sont disponibles dans plusieurs sites web.

### ***Protocoles d'hygiène pour obstacler la diffusion des maladies***

La procédure de stérilisation est indispensable pour prévenir la propagation des agents pathogènes par l'intermédiaire des activités humaines impliquant la stérilisation des chaussures, ainsi que de tous les équipements en contact avec le substrat, biotope etc. à l'intérieur de l'aire d'étude. Des stations de stérilisation à l'entrée des aires de conservation prioritaires telles que les zones humides ou les sentiers de randonnée peuvent jouer un rôle efficace dans la stérilisation des chaussures. Cela impliquerait qu'un officier de service sera désigné pour veiller à ce que la station de stérilisation soit non seulement bien équipée mais aussi opérationnelle. Les bains de stérilisation à l'entrée des zones humides sont exigés afin de garantir qu'aucun agent pathogène ne soit transféré par les chaussures dans le milieu aquatique à partir du milieu

avoisinant. De même, la stérilisation à la sortie de ces zones assure que les zones humides ne servent pas de vecteur de propagation d'agents pathogènes. Ceci est particulièrement important dans le cas du Bd parce que les conditions du milieu aquatique et forestier favorisent les conditions optimales de vie du chytride des amphibiens. Le contrôle devrait être également orienté pour empêcher l'introduction de pathogènes à partir des équipements utilisés. La meilleure façon de réussir le traitement est l'utilisation d'un équipement jetable autant que possible. Cependant, un équipement de travail trop onéreux ne peut pas être facilement



*Mantella baroni*, Ranomafana

utilizes tissue samples, such as phalanges in adults and horny beak in tadpoles. The fingers and/or toes taken for other purposes (such as DNA analysis or age determination) can be used for Bd identification based upon histological procedures or qPCR. Tissue samples can be stored in the same way as described for DNA analysis. Beside this, swabbing is another widely used method. The standard protocol is available at [http://amphibiaweb.org/chytrid/swab\\_protocol.html](http://amphibiaweb.org/chytrid/swab_protocol.html). Preferably, capture amphibians by hand. Latex gloves should be used when swabbing animals and changed between animals. Then swab should be applied on the underside of adults for about 20- 30 times. Some pressure must be applied on the swabbed surface. The swab should be stored in 95% ethanol.

### **Swab collecting and toe-clips for Bd analysis**

A molecular technique, Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR), is used as it is the most specific, sensitive and quantitative method to detect the presence of amphibian chytrid DNA. This sensitive technique uses specific probes to detect the presence or absence of very small amount of Bd DNA (<1 zoospores), thereby, allowing for the detection of early infections. Other diagnostic tests are limited in their sensitivity, specificity and are not quantitative.

90

The correct procedure for swabbing should regard the underside of the frog, particularly focusing on pelvic region involved in water uptake through the skin, the inner thighs of the hind legs and the underside of the digits on the hind feet including the webbing between the toes. Swabs should be stored dry or frozen. Dry swabs should be kept refrigerated if not submitted for processing within 3 days of being taken. Send swabs dry. If not possible to take them dry or frozen, they could be stored in 80% ethanol.

Furthermore, toe clips could be used for Bd detection. They should be placed in labeled tubes containing 80% ethanol

### **Hygiene standards for captive breeding**

When captive breeding are programmed a particular attention is to be done on the hygiene conditions. Terraria should be built using high standards of quality, and in general should be realised in glass with silicon glue. We recommend to avoid the use of wood to build the walls. Alternatively plastic terraria should be used, and chosen within a wide

remplacé et devrait être seulement lavé/stérilisé et séché avant d'être utilisé dans des aires indiquées pour le contrôle de pathogènes et dans les autres sites. Pour ce faire, une bouteille d'éthanol à 70% ou eau de javel fonctionne bien pour stériliser l'équipement tel que les pièges et les filets. Par contre, la stérilisation de tous les équipements n'est pas pratique surtout en ce qui concerne les dispositifs électroniques sensibles. Dans ces cas, leur usage fréquent par des scientifiques et des officiers de conservation est à déconseiller car leur utilisation devrait être faite avec précaution pour ne pas être une source supplémentaire de maladie sur ce terrain. Le devoir des officiers de conservation consisterait à informer les visiteurs scientifiques sur ces précautions et à s'assurer qu'ils les appliquent.

### **Prélèvement de tissu pour l'identification de Bd**

En général, deux méthodes sont largement utilisées pour détecter la présence de Bd dans la communauté d'amphibiens. La première consiste à un prélèvement de tissus, à savoir les phalanges des adultes et les becs des têtards. Les doigts et/ou les orteils utilisés à d'autres fins (à savoir l'analyse ADN ou la détermination de l'âge) peuvent être utiles dans l'identification de Bd suivant un moyen histologique ou qPCR. Les échantillons de tissu peuvent être stockés de la même manière que celle qui a été décrite pour l'analyse de l'ADN. La deuxième méthode qui est largement utilisée est le frottis. Le protocole standard est disponible sur le site [http://amphibiaweb.org/chytrid/swab\\_protocol.html](http://amphibiaweb.org/chytrid/swab_protocol.html). De préférence, les animaux sont capturés à la main. L'utilisation du gant latex devra se faire uniquement lorsqu'on change de frottis et d'animaux. Ensuite, les frottis devraient être appliqués sur la face inférieure des adultes 20 à 30 fois environs. Quelques pressions doivent être appliquées sur le coton. Et les cotons-tiges sont ensuite stockés dans un éthanol à 95%.

### **Collecte de frottis et fragment d'orteil pour l'analyse de Bd**

La technique moléculaire, "Real Time Polymerase Chain Reaction" (RT-PCR), est utilisée car c'est la méthode la plus spécifique, sensible et quantitative permettant ainsi la détection de l'ADN de chytride d'amphibiens. Cette technique délicate utilise des sondes spécifiques pour déceler la présence ou l'absence d'une très petite quantité d'ADN de Bd

range of brands. Information on basic terrarium care can be easily found in books and in devoted websites. Most useful information can be obtained through some specialist herpetological societies in Europe, such as the Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde and the Société Herpétologique de France, that host terrarium keepers and sections within their members. In terms of practical information, we recommend to host only one species per terrarium, and do not touch individuals of different species without having sterilised the hands and other equipments. The same is also valid for material used in terrariums. Sterilisation could be obtained boiling the material or putting it in autoclave. Last but not least, avoid releasing and translocating any amphibian kept for some periods in captivity. In fact, spread and diffusion of Bd are often facilitated through release of animals kept in poor hygienic conditions or held together with infected individuals.

Specific hygiene and quarantine protocols for captive amphibians are available through professional zoo societies, such as AZA, and CBSG.

The safest and most responsible way to proceed with the keeping of all amphibians in captivity is to treat all animals as potentially infected (with chytrid and/or other pathogens) and avoid the discharge of potentially infectious water and other materials into the environment (where they may infect local native amphibian populations). Furthermore, increasing awareness of biosecurity issues and introducing a quarantine-like approach to amphibian husbandry of enclosures/rooms within an institution and between institutions will significantly reduce the risk of an epidemic outbreak of chytridiomycosis (or other disease) in captivity.



*Plethodontohyla cf. brevipes*, Betampona

(<1 zoospores), ce qui permet l'identification précoce des infections. D'autres tests diagnostiques sont limités dans leur sensibilité, spécificité et ne sont pas quantitatives.

La procédure correcte, pour le frottis, devrait considérer les dessous de la grenouille, en particulier sur la région pelvienne (impliquée dans l'absorption de l'eau), la face ventrale des cuisses et le dessous des phalanges des membres postérieures, y compris les palmures des orteils. Les cotons-tiges doivent être stockés au sec ou congelés. Les cotons

secs doivent être conservés au réfrigérateur s'il n'est pas soumis à la procédure dans les 3 jours suivant le prélèvement. Ils sont par contre envoyés à sec. S'il est impossible de les garder à secs ou congelés, ils peuvent être stockés dans l'éthanol à 80%.

En outre, les fragments d'orteils pourraient être utilisés pour la détection de Bd et devraient être placés dans des tubes étiquetés contenant 80% d'éthanol.

### *Standard d'hygiène pour l'élevage en captivité*

Une attention particulière doit être suivie sur les conditions d'hygiène pendant l'élevage en captivité. Les terrariums doivent être construits avec des normes élevées en qualité, et

en général, ils devraient être faits à partir de verre et de silicone. Nous recommandons d'éviter l'utilisation de bois pour construire les parois. Alternativement, le terrarium en plastique devrait être utilisé, et est choisi au sein d'une large gamme de marques. L'information de base, sur les soins de terrarium, peut facilement trouver dans des livres et des sites Web. La plupart des renseignements utiles pourraient être obtenus par l'intermédiaire de certaines sociétés spécialistes en herpétologies en Europe, telles que la Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde, la Societas Herpetologica Italica et la Société Herpétologique de Fran-

## *Preparing voucher specimens for collections*

The preparation of voucher specimens is an important tool for taxonomic identification. Frogs can be euthanised by immersion in anaesthetic. The most used anaesthetic substances are chlorobutanol and tricaine methanesulfonate (TMS), also called as MS-222. The concentration of these substances depend on the protocols and on the size of animals. Indications at this regard are available on the web (e.g., after euthanasia the specimens could be fixed in formol or in ethanol. The fixation in 10% formalin (obtained by diluting 40% formol) allows a better preservation of morphology, and it is recommended when there is the need to have specimens for formal taxonomic description or for exhibit. In case of formal description of types we suggest that a tissue sample (e.g. phalanx, tongue, etc) is taken before fixation and fixed in pure ethanol. This will allow subsequent DNA analysis, prevented or made difficult by formalin fixation. For animals collected using biodiversity assessments we suggest fixation in pure ethanol for some hours. Either formol or ethanol-fixed specimens should be subsequently preserved in ethanol 65°. Eggs and tadpoles are exceptions to this rule, and in general they should be preserved in formalin 10%. In any case, a particular care should be given to fix the animals in good shape and position. This could be done by disposing the trunk and the legs well open on a flat surface and by covering the vouchers with a few mm of fixative liquid. Last but not least, it is extremely important to attach at each single specimen a field number, accompanied by pertinent information reported on a field book. The field numbers should be characterised by an acronym (usually referring to the collectors, e.g. FAZC = Franco Andreone Zoological Collection), and a progressive number. After catalogation the vouchers should also bear a definitive museum numbers, in this case too featured by an acronym (referring to the institution, e.g. UADBA = Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale), and a progressive number. We recommend that field numbers and museum numbers are printed on a hard paper, resistant to ethanol and formalin. We recommend the "Resistall" paper in case that numbers are hand-written or printed. In case of printing, we recommend the use of ink-jet printers, using water-resistant ink. The use of laser printers, although better in terms of aesthetic results, is potentially unsafe, since

ce. Elles accueillent les différents éleveurs de terrarium comme membres. En terme pratique, nous recommandons d'élever une seule espèce par terrarium, et de ne toucher aucun individu d'une autre espèce sans s'être stérilisé les mains et les autres équipements. La même chose est valable aussi pour les matériaux utilisés dans les terrariums. La stérilisation peut être obtenue par ébullition des matériaux ou en les mettant dans des autoclaves. Enfin, il faut éviter les relâchers et les translocations d'amphibiens élevés pendant les périodes de captivité. En fait, la propagation et la diffusion de la Bd sont souvent facilitées par la libération des animaux détenus dans de mauvaises conditions d'hygiène ou détenus par des individus infectés.

Des hygiènes spécifiques et des protocoles de quarantaine pour les amphibiens en captivité sont disponibles chez les sociétés professionnelles de zoo, à savoir AZA et CBSG. La plus sûre et la plus responsable manière de procéder dans l'élevage de tous les amphibiens en captivité est de traiter tous les animaux potentiellement infectés (chytride et/ou autres agents pathogènes) et d'éviter tous rejets d'eaux potentiellement infectieux et d'autres matières dans l'environnement (qui peuvent infecter les populations d'amphibiens locales). En outre, la sensibilisation aux questions de biosécurité et l'introduction d'une approche quarantaine, pour les enclos/salles de l'élevage d'amphibiens au sein d'une institution et entre les institutions, permettront de réduire considérablement le risque de déclenchement d'une épidémie de chytridiomycose (ou autre maladie) en captivité.

## *Préparation d'échantillons de spécimens pour les collections*

La préparation des spécimens est la clé de la réussite pour l'identification taxonomique. Les grenouilles sont euthanasiées dans une solution anesthésique. Les substances les plus utilisées sont les chlorobutanols et le tricaine methanesulfonate (TMS), appelée aussi MS-222. Leur concentration dépend du protocole et de la taille de l'animal. Les indications sur celles-ci sont disponibles sur le web (ex. après l'euthanasie les spécimens devrait être fixés dans du formol ou de l'éthanol). La fixation à 10% de formol (obtenu par dilution de formol 40%) permet une meilleure préservation morphologique, et il est recommandé quand il est nécessaire d'avoir des spécimens pour la description taxonomique formelle et pour une exposition. Dans le cas de la description formelle des types, nous suggérons qu'un échantillon de

the laser ink, if not well printed, could be removed during transport or long-term fixation.

### **DNA collecting**

Tissue sample is more often needed to determine the taxonomic identity of morphospecies. In general it is recommended that a single phalanx is cut for live adult individuals. For tadpoles a small piece of the caudal fin is often sufficient. The number of preliefs is variable, and depends on the opportunity to sample individuals that are thought to belong to a new, undescribed, or unidentified species, and the need to have anyhow tissue samples useful for genetic and other kinds of analysis. Tissue samples should be stored in eppendorf tubes filled with ethanol. Ethanol must not be denaturated and of high gradation (80-90% or absolute ethanol). Pure ethanol can be bought in Malagasy pharmacies. Tissue samples can also be obtained from museum specimens. The best results are obtained from vouchers fixed and preserved in pure ethanol, likely not so old (< 10 years). After being stored in eppendorf tubes the samples should be housed in low temperature or freezing.



*Mantella expectata*, Isalo

tissu (par ex. phalange, langue etc.) soit pris avant la fixation et fixé à l'éthanol pur. Ceci permettra une analyse d'ADN ultérieure, empêchée ou rendue difficile par la fixation au formol. Pour les animaux collectés pendant l'évaluation de la biodiversité, nous suggérons que la fixation soit faite à l'aide d'éthanol pur pendant quelques heures. Quoiqu'il en soit (utilisant des formols ou de l'éthanol) les spécimens fixés devraient être ultérieurement conservés dans de l'éthanol à 65°. Les œufs et les têtards sont des exceptions à cette règle,

et en général ils doivent être conservés dans une solution formaline à 10%. Dans tous les cas, une attention particulière devrait être accordée dans la fixation des animaux pour avoir des bonnes formes et positions. Celles-ci sont possibles en manipulant le tronc et les pattes bien ouverts sur une surface plane et surtout en couvrant les échantillons par quelques millimètres de liquide de fixation. Enfin, il est extrêmement important d'attacher à chaque spécimen un unique numéro de terrain, accompagné d'informations pertinentes inscrites sur le livre de terrain. Les numéros devraient être caractérisés par un acronyme (en général se référant aux collecteurs, par ex. FAZC = Franco Andreone Zoological Collection) et avec

un numéro ascendant. Après le catalogage, les échantillons devraient aussi acquérir les numéros définitifs de musée, dans ce cas également ils sont caractérisés par un acronyme (se référant à l'institution, par ex. UADBA = Université d'Antananarivo, Département de Biologie Animale), et avec un numéro ascendant. Nous recommandons que les numéros de terrain et de musée soient imprimés sur un papier dur, résistant à l'éthanol et au formol. Nous recommandons aussi d'utiliser du papier "Resistall" pour les numéros qu'ils soient manuscrits ou imprimés. Dans le cas d'imprimés, nous recommandons d'utiliser une imprimante jet d'encre rési-

stant à l'eau. L'utilisation d'imprimante laser même si elle est meilleure en terme d'esthétique n'est pas potentiellement sûre car si l'écriture n'est pas bien imprimée elle sera enlevée durant le transport ou des fixations à long terme.

### *Collecte d'ADN*

L'échantillon de tissu est souvent indispensable pour déterminer l'identité taxonomique d'une espèce cryptique. En général, il est recommandé qu'une seule phalange soit coupée par individus adultes vivants. Pour les têtards un petit morceau de la nageoire caudale est souvent suffisant. Le nombre de prélèvements est variable, et dépend de l'opportunité d'échantillonnage des individus qui sont censés appartenir à des espèces nouvelles, non décrites ou non identifiées, et le besoin de disposer d'échantillons de tissu utiles pour la génétique et d'autres types d'analyses. Les échantillons de tissu doivent être stockés dans des tubes eppendorf rempli d'éthanol. L'éthanol ne doit pas être dénaturé et à haute gradation (80-90% ou de l'éthanol absolu). Cet éthanol pur peut être acheté dans les pharmacies malgaches. Les échantillons de tissus peuvent être également obtenus auprès de spécimen de musée. Les meilleurs résultats sont obtenus à partir d'échantillons fixés et conservés dans l'éthanol pur, probablement pas très vieux (<10 ans). Après avoir été stockées dans des tubes Eppendorf les échantillons devraient être gardés à basses températures ou au congélateur.

---

### **Key bibliography - Bibliographie clé**

Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid M.W., Hayek L.A. & Foster M.S., 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.

Vences M., Glaw F. & Marquez R., 2006. *The calls of the frogs of Madagascar*. 3 Audio CD's and booklet. Alosa, Barcelona.

---

## Total budget (5 years)

### Budget total (5 années)

|  |                    |
|--|--------------------|
| Coordination of research and conservation activities<br>Coordination des activités de recherche et conservation            | 130 000            |
| Monitoring Madagascar's amphibians<br>Suivi des amphibiens de Madagascar   | 300 000            |
| Managing emerging amphibian diseases<br>Gestion des maladies émergentes des amphibiens                                     | 80 000             |
| Climate change and amphibians<br>Changement climatique et amphibiens   | 400 000            |
| Management of focal areas for amphibian conservation<br>Gestion des sites prioritaires pour la conservation des amphibiens | 170 000            |
| Harvesting and trade of amphibians<br>Collecte et commerce des amphibiens  | 170 000            |
| Captive breeding and zoo actions<br>Elevage en captivité et activités des parcs zoologiques                                | 400 000            |
| Development of a unified herpetological collection<br>Développement d'une collection herpétologique unifiée                | 150 000            |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1 800 000 €</b> |

This budget must be intended as indicative for a 5-years calculation, and it is subject to possible changes.

Ce budget doit être considéré comme purement indicatif pour une période de 5 années et il est sujet à des possibles modifications.

ACSAM