

Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Mantaso, Madagascar
20 - 25 MAI 2001



VERSION FINALE
Mai 2002



Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

MANTASOA, MADAGASCAR

20-25 MAI 2001

Organisés par le:

Ministère de l'Environnement de Madagascar
Office National pour l'Environnement
Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées
Direction Générale des Eaux et Forêts
Faculté des Sciences, Département de Biologie Animale,
Université d'Antananarivo
Madagascar Fauna Group
Conservation Breeding Specialist Group SSC/IUCN
Institute for the Conservation of Tropical Environments
Conservation International
Primate Specialist Group SSC/IUCN

Avec le soutien financier de :

Margot Marsh Biodiversity Foundation
Rio Tinto et QIT/QMM Madagascar Minerals
Zoo Zurich
Projet d'Appui à la Gestion de l'Environnement

Une contribution de l'IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group.

Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN). 2002. *Evaluation et Plans de Gestion pour la Conservation (CAMP) de la Faune de Madagascar: Lémuriens, Autres Mammifères, Reptiles et Amphibiens, Poissons d'eau douce et Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats de Hypogeomys antimena (Vositse)*. CBSG, Apple Valley, MN.

Des exemplaires de l'*Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats de Hypogeomys antimena (Vositse)* sont disponibles sur commande à l'IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 12101 Johnny Cake Ridge Road, Apple Valley, Minnesota 55124, USA, <www.cbsg.org>.

Additional copies of the *Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats de Hypogeomys antimena (Vositse)*, *Version Finale* can be ordered through the IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 12101 Johnny Cake Ridge Road, Apple Valley, MN 55124, www.cbsg.org.

© Copyright CBSG 2002

The CBSG Conservation Council

These generous contributors make the work of CBSG possible

Benefactors (\$20,000 and above)

Columbus Zoological Gardens
Minnesota Zoological Gardens
Omaha's Henry Doorly Zoo
SeaWorld, Inc.
Toronto Zoo

Conservators (\$15,000 - \$19,999)

Saint Louis Zoo
Walt Disney's Animal Kingdom
Wildlife Conservation Society - NYZS
World Association of Zoos &
Aquariums - WAZA
Zoological Society of London

Guardians (\$7,000-\$14,999)

Chicago Zoological Society
Cincinnati Zoo
Cleveland Zoological Society
Nan Schaffer
Toledo Zoological Society
White Oak Conservation Center
Zoological Society of San Diego

Protectors (\$1,000-\$6,999)

Albuquerque Biological Park
Allwetter Zoo Munster
ARAZPA
Audubon Zoological Gardens
Bristol Zoo
Caldwell Zoo
Calgary Zoo
Chester Zoo
Copenhagen Zoo
Denver Zoological Gardens
Detroit Zoological Park
Durrell Wildlife Conservation Trust
Everland Zoo
Federation of Zoological Gardens of
Great Britain & Ireland
Fort Wayne Zoological Society
Fort Worth Zoo
Fossil Rim Wildlife Center
Gladys Porter Zoo
Greater Los Angeles Zoo Association
Houston Zoological Garden
Japanese Association of Zoological
Parks & Aquariums - JAZGA
Leisure & Cultural Services Department
of Hong Kong

Living Desert
Loro Parque
Marwell Zoological Park
Memphis Zoo
Milwaukee County Zoo
National Tropical Botanical Garden
North Carolina Zoological Park
Oklahoma City Zoo
Oregon Zoo
Paignton Zool. & Botanical Gardens
Parco Natura Viva Garda Zool. Park
Philadelphia Zoological Garden
Phoenix Zoo
Pittsburgh Zoo
Rotterdam Zoo
Royal Zoological Society of Antwerp
Royal Zoological Society of Australia
Royal Zoological Society of Scotland
San Antonio Zoo
San Francisco Zoo
Schonbrunner Tiergarten
Sedgwick County Zoo
Sunset Zoo (10 year commitment)
Taipei Zoo
Thrigby Hall Wildlife Gardens
Twycross Zoo
Union of German Zoo Directors
Wassenaar Wildlife Breeding Centre
Wilhelma Zoological Garden
Woodland Park Zoo
Zoologischer Garten Koln
Zoologischer Garten Zurich

Stewards (\$500-\$999)

Aalborg Zoo
Alameda Park Zoo
Arizona-Sonora Desert Museum
Banham Zoo & Sanctuary
Cotswold Wildlife Park
Dickerson Park Zoo
Dutch Federation of Zoological Gardens
Fota Wildlife Park
Givskud Zoo
Granby Zoo
Great Plains Zoo
Knoxville Zoo
Little Rock Zoo
Lowry Park
National Aviary in Pittsburgh
National Zoological Gardens of Pretoria
Odense Zoo
Ouwehands Dierenpark

Perth Zoo
Potter Park Zoo
Riverbanks Zoological Park
Rolling Hills Refuge Conservation Center
Staten Island Zoo
Tierpark Rheine
Wellington Zoo
Welsh Mountain Zoo
Zoologischer Garten Rostock

Curators (\$250-\$499)

Dr. Edward & Marie Plotka
Emporia Zoo
Lee Richardson Zoo
Lincoln Park Zoo
Racine Zoological Society
Roger Williams Park Zoo
Tokyo Zoological Park Society
Topeka Zoo, Friends of
Zoo de la Casa de Campo

Sponsors (\$50-\$249)

African Safari
American Loricinae Conservancy
Apenheul Zoo
Arbeitskreis Natur-u Artenschutz in den
Bighorn Institute
Brandywine Zoo
Darmstadt Zoo
Elaine Douglas
Folsom Children's Zoo
Jardin aux Oiseaux
Jean P. LeDanff
Kew Royal Botanic Gardens
Lisbon Zoo
Miller Park Zoo
National Birds of Prey Centre
Nigel Hewston
Steven J. Olson
Palm Beach Zoo at Dreher Park
Parc Zoologique de Thoiry
Prudence P. Perry
Safari Parc de Peaugres
Teruko Shimizu
Steinhart Aquarium
Tautphaus Park Zoo
Touro Parc-France

Supporters (\$15-\$49)

Oglebay's Good Children's Zoo
Judy Steenberg

Thank You!
April 2002

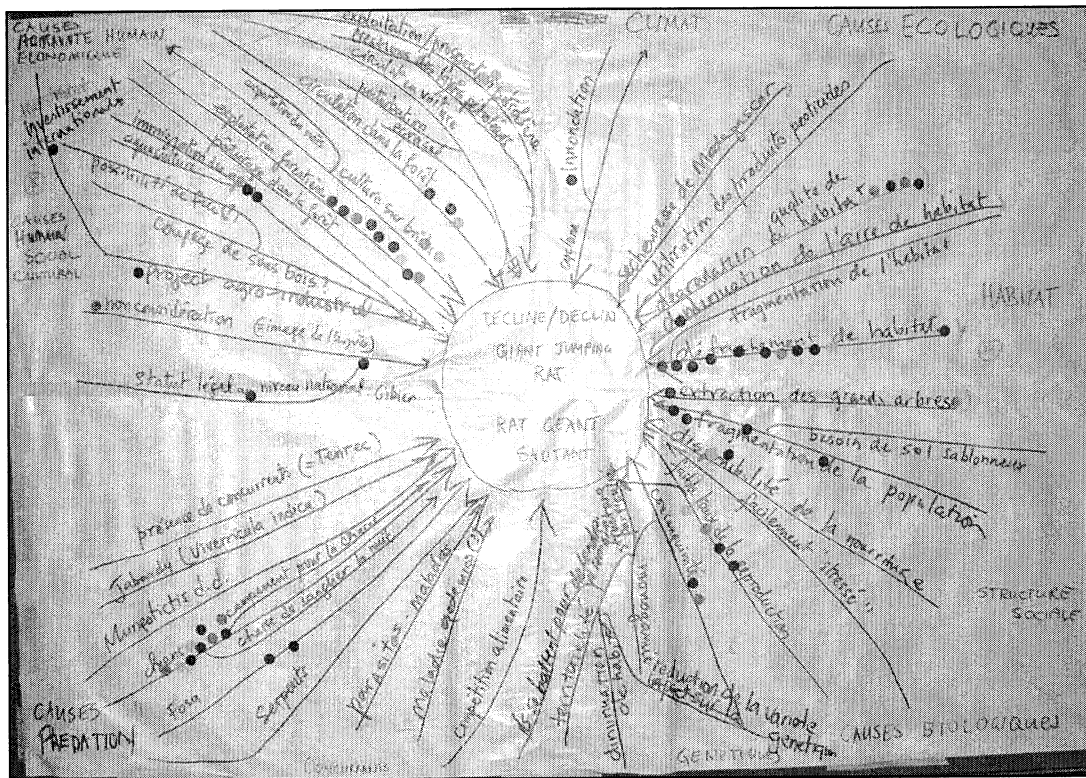
Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Table de Matières

	<u>Page</u>
<u>Partie I</u> Résumé Exécutif	9
<u>Partie II</u> Rapport.....	17
<u>Partie III</u> Recommandations et Plans d'Actions.....	49
<u>Partie IV</u> Annexes :	
Annexe 1- Liste des Participants.....	57
Annexe 2- Sommaire des Processus	59
Annexe.3- Buts et Problèmes Clés	63
Annexe 4- Causes de Déclin.....	65
Annexe 5- Analyse de Causes de Base	67
Annexe 6- Synthèse des Causes.....	69
Annexe 7- Fichier de Données à traiter pour les calculs de VORTEX	73
Annexe 8- Fichier de Résultats des Calculs de VORTEX.....	77
Annexe 9- Solutions Potentielles	95
Annexe 10- Groupes Cibles.....	97
Annexe 11- Bibliographie	99

Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Mantaoa, Madagascar
20 -25 MAI 2001



Partie I

RESUME EXECUTIF

VERSION FINALE
Juillet 2002

Résumé Exécutif du PHVA Vositse

Introduction

Une brève présentation de l'espèce :

Le rat sauteur géant ou Vositse, *Hypogeomys antimena* (Nesomyinae: Muridae) est la plus grande espèce de rongeur endémique de Madagascar. L'animal a un mode de vie nocturne et vit dans un profond terrier. L'habitat préférentiel est la forêt primaire caducifoliée pluristratifiée et peu perturbée, caractérisé par une surface plane entre 50 et 100 m d'altitude sur un substrat sableux à faible taux d'humidité. L'animal se nourrit de fruits tombés, de jeunes pousses et de racines. Le Vositse est monogame et sa reproduction est saisonnière. La femelle donne naissance à un ou deux petits à la fin de la saison sèche. Les principaux prédateurs de cette espèce sont les carnivores (chiens domestiques, Fosa : *Cryptoprocta ferox*) et les serpents (*Boa dumerlii* et *Acrantophis madagascariensis*).

La distribution de cette espèce se limite dans la région de Menabe entre la rivière Tomitsy au sud et le fleuve Tsiribihina au nord. Les os subfossiles ont été également récoltés dans la région d'Ankazoabo Sud indiquant l'existence de l'espèce jusqu'à 475 km plus au sud il y a 1 400 ans. Dans les dix dernières années l'aire de répartition s'est réduite à une superficie un peu moins de 75 000 ha avec une aire d'occupation de 20 000 ha seulement.

La population de cette espèce s'est divisée en deux sous-populations éparpillées suite à la fragmentation de la forêt sous l'effet des pressions anthropiques. La population du nord s'étend sur 5 000 ha avec un effectif qui s'élève à 5 120 individus et au sud une population de 6 450 sur 15 000 ha. Les études approfondies ont montré que la densité des terriers actifs a diminué de 40% dans les dix dernières années dans la zone sud. Cet atelier a classé le Vositse dans la catégorie 'Gravement Menacé' de l'UICN.

Pourquoi le PHVA en ce moment ?

Les résultats des études des chercheurs ont montré une chute de la population de Vositse, une distribution très restreinte de l'espèce. Ces résultats ont provoqué une sonnette d'alarme comme quoi cette espèce risque de disparaître. Des actions immédiates sont jugées nécessaires pour protéger l'espèce de l'extinction. Le PHVA ou Evaluation de la Viabilité de la Population et de l'Habitat est un procédé pour faciliter le développement d'un plan stratégique pour le rétablissement d'une espèce menacée d'extinction et aussi de son habitat. L'atelier PHVA de Mantasoa pour le Vositse a réuni tous les différents acteurs de la région dont les activités pourraient avoir un impact sur l'avenir de la population de Vositse, tels les gestionnaires et utilisateurs des ressources, les chercheurs, et les ONGs.

But de l'Atelier PHVA

Arrêter le déclin de l'espèce et pérenniser la population de Vositse et son habitat naturel.

Objectifs

- Rassembler les données disponibles pour réviser le statut de l'espèce selon les conditions existantes dans la zone.
- Développer un plan de conservation en concertation avec toutes les parties prenantes dans les zones de localisation de l'espèce.
- Fournir des recommandations pour des actions à entreprendre afin d'assurer la conservation de l'espèce.

Analyse du PHVA

Les principales menaces identifiées pour l'espèce sont :

- Réduction de son habitat
- Fragmentation de la population
- Haut niveau de prédation, par exemple par les chiens domestiques.

Les principales causes sont d'ordre économiques, socioculturels, écologiques, technologiques et politiques résumées sur le « diagramme d'idées » ou « mindmap ». Une analyse plus profonde nous a permis de découvrir de nouvelles informations classées en trois catégories:

a) Analyse de l'habitat

A partir d'une image satellite de 2000 et les connaissances des participants au PHVA, une carte montrant les zones de répartition actuelle de Vositse était élaborée (voir carte en Partie II). Les concessions existantes et les anciens et nouveaux lots d'exploitation y sont mentionnés. Nous avons constaté que les zones d'occupation de Vositse sont très réduites et ne consistent plus que dans trois endroits distincts: 15 000 ha au sud, et deux sites de 4 000 et 1 000 ha dans le nord. Les Vositse ne se rencontrent que dans les zones de forêt primaire peu perturbée avec une canopée fermée. Les zones de basse altitude susceptibles d'inondation accidentées (par exemple le long des lits de rivières), et le sol rocailleux ne constituent pas un habitat convenable pour l'espèce. Il en est de même pour les zones défrichées et les zones fortement exploitées.

b) Analyse de l'activité humaine

Le besoin en source de revenu rapide résultant du développement du marché international, national et local en maïs, viande et bois d'oeuvre favorise l'exploitation et le défrichement. La forte explosion démographique accentuée par une immigration, en particulier pour la recherche de terrain à cultiver, contribue à cette pression. Le défrichement est accentué par la faible fertilité du sol et le faible rendement dus à un manque d'encadrement technique et technologique et à une non maîtrise de l'eau. L'exploitation et le défrichement entraînent la dégradation et la fragmentation de l'habitat et ensuite la division de la population de Vositse.

Les chiens errants et domestiques qui circulent à l'intérieur des forêts, par exemple accompagnant les gens qui campent et font la chasse de trandraka *Tenrec ecaudatus*, augmentent le taux de mortalité des Vositse et entraînent une diminution de la population.

c) La dynamique de la population

Un modèle informatisé (VORTEX) a été utilisé pour simuler l'avenir de chacun des deux sous-populations de Vositse restantes. Les paramètres biologiques de l'espèce (mortalité des juvéniles et des adultes, le taux de reproduction, la densité des animaux, le système social, par le fait que c'est un animal monogame, etc.) ont été intégrés dans ce modèle (voir Annexe 7). Sans tenir compte de la continuation de la perte d'habitat et de l'existence de prédation, la population du nord va diminuer de 85 % dans 100 ans et la population du sud va diminuer par 55%. En intégrant les menaces présentées par la prédation causée par les chiens et avec le même rythme de perte d'habitat constaté dans les cinq dernières années, la population du nord sera éteinte en moins de 10 ans et la population du sud en moins de 25 ans. Pour l'ensemble des sous-populations de l'espèce, les simulations prédisent un déclin de 85% dans trois générations (13,5 années) qui justifient le changement du statut UICN en 'Gravement Menacé' (voir Figure 1).

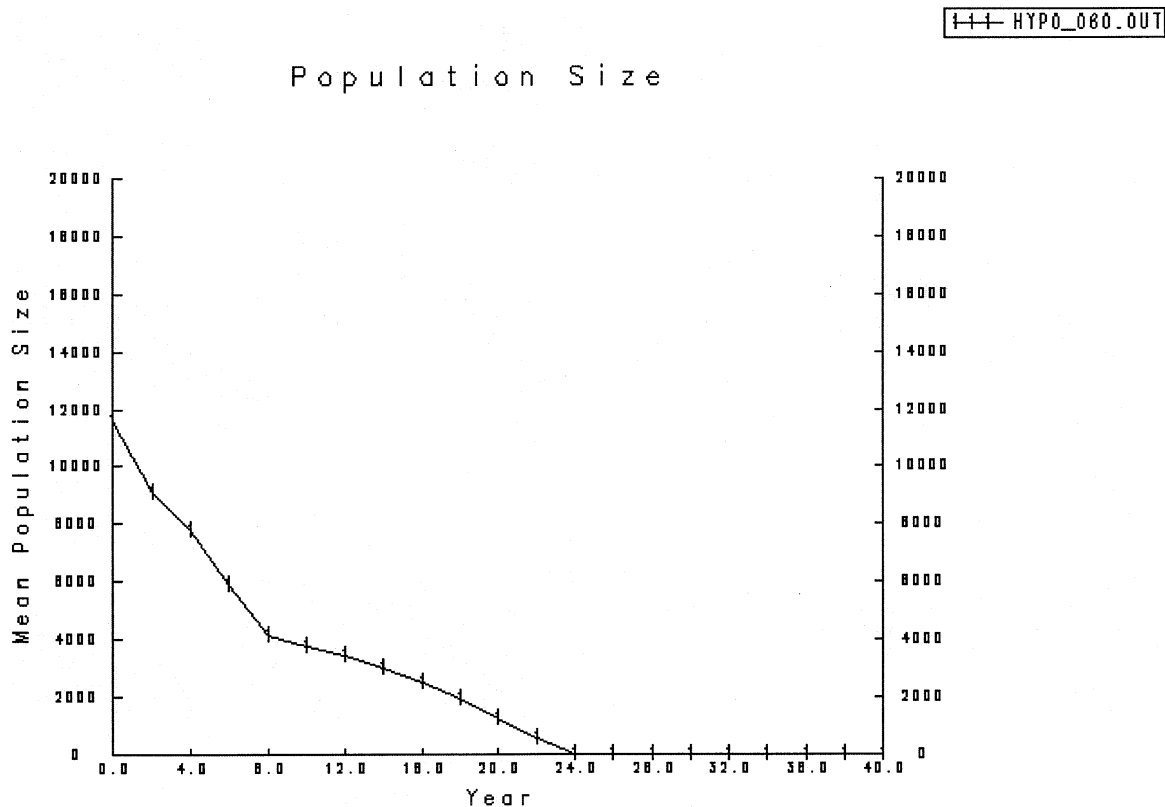


Figure 1. Graphique de simulation de la population de Vositse durant les 40 prochaines années

Recommandations

Les participants de l'atelier PHVA ont émis des recommandations jugées nécessaires pour la sauvegarde de l'espèce, présentées ci-dessous par ordre de priorité:

1. Développer et mettre en œuvre des plans de protection pour chaque zone d'habitat restant de Vositse, tout en protégeant l'ensemble de la biodiversité du Menabe.
2. Favoriser la mise en place de règles locales ('dina' ou convention) et communales (arrêté communal) pour la protection de l'espèce.
3. Elaborer et mettre en œuvre un plan d'IEC (Information Education Communication) au niveau local, régional et national en faveur du Vositse.
4. Application et amendement de la législation forestière (changement de statut de vositse en espèce protégée) ; mise en œuvre du plan directeur forestier régional ; renforcement et appui au niveau de service des Eaux et Forêts pour faire des prospections, visites, contrôle ou suivi dans la zone.
5. Pousser les études sur l'espèce.
6. Intégrer la protection des zones de Vositse dans des plans de développement et plate-forme de concertation locaux et régionaux.
7. Assurer un 'filet de sécurité' en captivité pour sauvegarder l'espèce, pour sensibiliser le public, et pour d'éventuel repeuplement.

Aperçu des activités à entreprendre pour la première recommandation

Développer et mettre en œuvre des plans de protection pour chaque zone d'habitat restant de vositse, tout en protégeant l'ensemble de la biodiversité du Menabe.

Les problèmes majeurs qui pourraient constituer un obstacle pour cette recommandation sont d'ordre financier et politique (conflit d'intérêt). Il y a également la pauvreté (manque d'alternative) et la faible participation des gestionnaires. Pour surmonter ces problèmes, le groupe propose de contacter des organismes gouvernementaux et non-gouvernementaux pour le financement, de tenir des ateliers de sensibilisation, de développer des conventions, d'assurer l'application des conventions prévoyant des sanctions et des récompenses. Les politiciens et les projets de développement devraient être impliqués à toutes les étapes du processus. Un large programme de diffusion est à faire avec tous les moyens, en utilisant les média national et local.

Des propositions d'action sont émises par les participants :

- Délimiter des zones d'habitation probable de l'espèce à travers son aire de distribution.
- Changer le statut des forêts dans lesquelles se trouvent le Vositse pour transférer l'exploitation ailleurs.
- Arrêter l'exploitation, le défrichage et la chasse dans la zone d'occupation de Vositse.
- Renforcer la conservation de la forêt du Centre de Formation Professionnelle Forestière.
- Créer une nouvelle aire protégée au Nord de Beroboka qui comprend l'habitat pour le Vositse.
- Renforcer le suivi et contrôle par les gestionnaires des zones de Vositse (CFPF, Eaux et Forêts, De Heaulme, GPF, communautés riveraines).
- Réserver des fonds pour la protection des animaux menacés au sein des Ministères de l'Environnement, des Eaux et Forêts et de la Recherche.
- Restaurer l'habitat de vositse des corridors entre les différentes sous-populations.
- Restaurer la Réserve Spéciale d'Andranomena pour une éventuelle réintroduction de l'espèce.

Les actions urgentes et immédiates sont:

- Exposition Vositse durant la célébration de la Journée Mondiale de l'Environnement le 5 juin 2001.
- Diffuser des résultats des PHVA à toutes les parties prenantes du Menabe à travers des ateliers d'information et d'échange à Morondava et dans les communes concernées.
- Arrêter l'exploitation, le défrichage et la chasse dans la zone d'occupation de Vositse.

Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Mantaoa, Madagascar
20 -25 MAI 2001

ANALYSIS OF
CAUSES

1. POURQUOI est-ce que c'est un
cause (quel est le
cause de cause (5 fois)
WHY IS THIS A CAUSE (CAUSES OF CAUSE)
1/10 d 5
2. Precisez
Quelle IMPACT/CONSEQUENCE
MAINTENANT? EN 25 ANNEES?
POUVEZ-VOUS QUANTIFIER ~~EST~~ IMPACT/
CONSEQUENCE
DESCRIBE AS PRECISELY AS POSSIBLE
THE IMPACT OF THIS CAUSE TODAY,
IN 25 YEARS? CAN YOU QUANTIFY THE?
3. EST-CE QUE Y A UNE INTERACTION
ENTRE CES PROBLEME et les autres
choisis?
IS THERE AN INTERACTION BETWEEN
THE CAUSES CHOSEN
4. POUVEZ-VOUS CREER UNE SCHEMA
DES CAUSES/CONSEQUENCES/inter relation.
CAN YOU DIAGRAM THE RELATIONSHIP between
causes, consequences, interactions actors etc
est la planification des actions correctives
pour le maintien de la biodiversité de la zone?

Partie II

RAPPORT

VERSION FINALE
Juillet 2002

CAUSES DE DECLIN DE VOSITSE LIEES AVEC L'HABITAT ET L'ECOLOGIE

DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE

A. Quel type de perturbation d'habitat a un impact sur le Vositse?

La recherche de Toto a montré que les terriers actifs se trouvent dans des zones de forêt où la canopée est encore intacte et le sous-bois peu développé, tandis que les terriers inactifs se trouvent dans des zones où les grands arbres sont moins abondants et le sous-bois plus développé. L'exploitation forestière a souvent cet effet, sauf pour des exploitations commerciales sélectives à petite échelle (écrémage) ou la collecte de bois pour utilisation locale (par ex. gaulettes).

Toto a aussi remarqué qu'il y a des sites avec une canopée intacte et peu de sous-bois mais qui n'abritent pas de Vositse, ainsi d'autres facteurs doivent aussi avoir une influence sur leur distribution.

Les Vositse ne se trouvent pas, par exemple, dans des sites rocailloux, ou bien dans des zones susceptibles d'inondation pendant la saison pluvieuse. Ils ne se trouvent pas non plus dans des sites possédant une couche argileuse pouvant retenir l'eau en saison de pluie et encore moins dans des sites trop sableux.

Le défrichement de la forêt pour la culture sur brûlis détruit totalement l'habitat de Vositse et représente un facteur majeur de diminution de son aire de distribution.

Carte de la situation actuelle de la forêt de Menabe (voir carte suivante)

- A. Zone défrichée avant 1930 et régénérée, la forêt est dense mais la strate supérieure n'atteint pas 15m (entre 8-12m). Zone de collecte d'oviala (l'igname). Le sol est très sableux, probablement n'ayant jamais été un habitat pour le Vositse.
- B. Zone d'écrémage en 1930 (pour la scierie de Nosibe) qui n'a pas détruit les étages supérieurs. Les bois de moins de 35 cm ont été extraits durant la période 1975-1990. Zone de collecte de bois pour la construction de pirogue. Présence de Vositse en 2000. Un plot de 100ha en 2000 avait 64 terriers actifs. Superficie estimée à 4 000 ha.
- C. Zone de forêt dégradée par la coupe et autres utilisations locales.
- D. Zone d'environ 1 500 ha exploitée par Mady Abodo entre 1987 et 1991. La zone, actuellement dégradée, se trouve sur sol très sableux non convenable au Vositse.
- E. Zone d'environ 1 000 ha exploitée par Mady Abodo entre 1991 et 1995. Cette zone est replantée en Arofy (*Commiphora* sp.) par le CFPF mais l'ouverture des layons a favorisé la coupe et cette zone est actuellement trop dégradée pour le Vositse.
- F. Zone de 2,000 ha exploitée par Mady Abodo entre 1995 et 1997 et actuellement trop dégradée. En 1996 il y avait encore des Vositse mais en 2000 tous les terriers étaient inactifs.
- G. Zone entourant la rivière Sakaly couvert de bambou (viky) et non-appropriée pour le Vositse.

- H. Zone basse, susceptible d'inondation pendant la saison pluvieuse, accidentée, rocailleuse et inconvenable pour le Vositse.
- I. Zone de Vositse d'environ 1 000 ha avec 11 terriers actifs dans un plot de 100 ha en 2000. Mais, une exploitation mécanisée est commencée en Nov. 2000 par Mme Corine et cette zone risque d'être fortement perturbée. Tous les bois de plus de 40 cm de diamètre sont en train d'être extraits et environ 600 m³ sont déjà exploités en 6 mois.
- J. Zone appelée Marandravy d'environ 1 000 ha, protégée par une croyance des paysans qui ont peur d'y pénétrer. La présence de Vositse est à vérifier dans cette zone. Une partie de cette localité se trouve dans la concession De Heaulme.
- K. Zone d'environ 10 000 ha anciennement exploitée par des exploitants de Morondava (Arthur, Marius, Botovelo, Bemado, Bory, Gilbert) dont les trois premiers ont utilisé les techniques mécanisées du CFPF et ont fait beaucoup de dégâts. Ces exploitations ont pris fin en juin 2000. Il n'y a plus de Vositse, alors que c'était probablement une zone de Vositse dans le passé. Il y a actuellement de défrichement le long de la rivière Mandroatra (un cours d'eau permanent).
- L. Zone de forêt au nord de Marandravy qui est sujet à une demande d'exploitation.
- M. Zone de défrichement de Lambokely d'environ 300 ha actuellement. Il n'y avait que 2 ou 3 ha défrichés en 1992.
- N. Zone très dégradée et menacée par le défrichement.
- O. Zone nord de la concession CFPF (extension de 2 500 ha) et la partie au nord de cette forêt dans la concession de De Heaulme constitue une zone très importante pour le Vositse car ce n'est pas encore exploitée. Le plot de Vositse recensé en 2000 avait 14 terriers actifs.
- P. La zone à l'ouest de la route principale est dégradée et est un lieu de coupe illicite.
- Q. Des zones d'exploitation 'écrémage' de Jean Charles et de Jean Nery avant 1992.
- R. Défrichement du village de Kirindy d'environ 800 ha.
- S. Zone dégradée exploitée pour le bois de pirogues (*Givotia madagascariensis* – Farafatsy, *Commiphora spp* – Arofy).
- T. Zone sud de CFPF Kirindy, actuellement menacée par l'ouverture de la Route des Sangliers et lieu de coupe illicite et des tentatives de défrichement. Les 2 plots dans Kirindy avaient respectivement 10 et 52 terriers actifs par 100ha en 2000. Il faut signaler que les terriers de Vositse sont très rares autour des lits de rivière, à cause de l'inondation. La zone de Vositse qui s'étend du sud de CFPF Kirindy (où il y avait un plot de 10 terriers actifs en 2000) jusqu'à la concession de De Heaulme au nord couvre environ 15 000 ha.
- U. Zone au sud de la rivière Tomitsy où quelques terriers inactifs ont été trouvés en 1999. Cette zone est de plus en plus dégradée et est menacée par le défrichement.
- V. La Réserve Spéciale d'Andranomena (6 400 ha) où les Vositse ont été vus en 1987.
- W. Zone de Mahabosy (environ 1 000 ha) à l'est de CFPF Kirindy dont la présence de Vositse est encore à vérifier.

B. Causes du déclin de Vositse dû aux activités humaines

Nous avons considéré les causes suivant leur importance :

Exploitation forestière :

- Exploitation à des fins commerciales
14 exploitants dont 4 sont en activités actuellement. La surface disponible est évaluée à 1450 ha pour ces 4 exploitants. Les sites d'exploitations se situent principalement à Lambokely, Antantezakalalo, Andozina, Ankodava, Antreza, Ankazomalany, Sarongaza.
- Exploitation sur Permis de coupe et des droits d'usage
Effectuée par les villageois riverains
Sur toutes les formations forestières.
- Existence de layons d'anciennes prospections pétrolières et d'exploitation forestière
De 350 à 400 ha de surface est ouverte
Le nombre de pieds d'arbre coupés
Gros arbres : 10 à 20/ha
Petits arbres : 100/ha

A titre de comparaison, normalement, la densité de la forêt dense sèche est de 8000 à 10 000 pieds /ha dont 60 à 80 sont des grands arbres.

Activités liées à la prédation des chiens

- Campement (pour la chasse).

Les chiens accompagnant les chasseurs de Tenrecs dans les campements constituent une menace pour le Vositse. Les chasseurs activent pendant le jour et campent la nuit dans la forêt. La période de la chasse est d'octobre à avril. Cette période correspond à la période de reproduction des Vositse. Les petits commencent à explorer les terriers et deviennent ainsi très vulnérables aux prédateurs. En effet, des crottes de chiens sont trouvées autour des terriers.

Chaque jour, il y a au moins une équipe avec 5 à 8 chiens chassant dans la forêt.

- La chasse au sanglier se fait plutôt pendant la nuit, avec les fusils et sans chiens.

Projet agro-industriel

Un projet Ambadira a déposé une demande pour la mise en place d'un complexe sucrier entre Tandila et Tsimafana (proposé pour 30 000 ha), y compris la Réserve spéciale d'Andranomena, de Kirindy et aussi de la forêt classée d'Ampataka et la concession de De Heulme. Un changement de statut pourrait être envisagé.

Il y a également le phénomène d'immigration près de la formation forestière primaire. L'installation de nouveaux projets comme probablement le projet de l'aquaculture est également possible.

Circulation dans la forêt

La circulation dans la forêt existe suivant plusieurs activités :

- Exploitation de la forêt
- Chasse
- Circulation de zébus
- Tourisme

Exploitation au niveau de CFPPF dans la région de Morondava:

Zone de Kirindy ; 3500m³ par an sur 300-400 ha.

Une partie de la concession du CFPPF a été subdivisée en blocs de 100 ha chacun, numérotés selon des conventions au sein du Centre. Deux blocs (N5 et LS7) montrent la présence de Vositse :

Le bloc N5 est exploité en 1980, mais de courte durée.

Le bloc LS7 est exploité en 1985.

Durant ceci, la taille de population est la même.

2500 ha d'extension de Kirindy n'est pas encore exploitée.

Terrier de l'espèce

La durée de vie d'un terrier quand il devient inactif : un terrier inactif peut-il durer plus longtemps ?

- Un terrier inactif peut redevenir actif si un ou de nouveaux individus en prennent possession.
- On a constaté qu'un terrier inactif peut redevenir actif après 4 années.

C. Modèle de PHVA pour *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Une Evaluation de la Population et Viabilité de l'Habitat (en anglais PHVA- Population and Habitat Viability Assessment) pour le très menacé rat sauteur géant (*Hypogeomys antimena*), la plus grande espèce de rongeur endémique à Madagascar.

Introduction

La plus grande espèce endémique de rongeurs existant encore à Madagascar, le rat sauteur géant de Madagascar, *Hypogeomys antimena* (Nesomyinae : Muridae) est restreinte aux forêts sèches caducifoliées et peut être considérée comme étant l'espèce la plus représentative de ce biome à cause de son manque de souplesse en termes de comportement et son action d'éviter de vivre dans des formations forestières secondaires. L'espèce ne se rencontre que dans un habitat spécifique- les forêts côtières sèches caducifoliées mélangées à des baobabs sur des sols sablonneux et latéritiques (Cook et al., 1991 ; Sommer, 1997, 1998). Sa distribution est limitée à l'Est par les savanes, et à l'Ouest par les mangroves. La zone géographique de *H. antimena* s'est récemment réduite à une petite zone de moins de 20km sur 40km près de la côte occidentale de Madagascar, au nord de Morondava entre les rivières Tomitsy et Tsiribihina (Goodman et Rakotondravony, 1996). En plus, le reste de la population de *Hypogeomys* est divisé en deux sous-populations (dans les parties nord et sud de la zone forestière) séparées par la rivière Mandrotra et une plantation de sisal près du village de Beroboka (Fig.1) (Sommer, 1998). Très peu de mammifères existant à Madagascar ont une zone géographique plus limitée que celle de cette espèce de rongeur (Goodman et Rakotondravony, 1996). *H. antimena* est classée en tant qu'espèce Menacée (EN) dans la liste rouge de l'IUCN des espèces menacées (IUCN 1996).

La zone géographique actuelle de *H. antimena* est fortement menacée par l'exploitation illégale et exploitation commerciale du bois, la pratique de la culture sur brûlis, la production de charbon, l'extension des pâturages par le feu. Les perturbations liées à l'activité humaine augmentent constamment et sont sources d'une dégradation plus forte et d'une modification ou de la destruction totale de l'habitat critique à la survie de *H. antimena* (Cuvelier, 1996 ; Genini, 1996 ; Smith et al, 1997).

Nos analyses des photos satellites de Landsat pris entre le 27 juin et le 7 août 2000 (Pinder, 2001) comparés avec les études sur déforestation et perte de l'habitat de 1963 jusqu'à 1993 (Tidd, Pinder, et Ferguson 1999), et l'identification des concessions pour l'exploitation du bois, et les zones de l'impact humaine locale (Jean Michel Rakotonandrasana CIREF, Morondava, comm. pers.) révèlent un taux progressif du déclin de l'habitat d'à peu près 52% (1985: 42000ha; 2000: 20000ha) pendant les derniers 15 ans, ce qui veut dire un taux annuel d'à peu près 3,5%. De plus le taux annuel du déclin de l'habitat a augmenté à 4,4% pendant les derniers 5 ans avec 22% de l'habitat perdu (1995: 25500ha; 2000: 20000ha) pendant ce temps. L'habitat qui reste pour la sous-population du nord est à peu près de 4000ha, celui de la sous-population sud est à peu près de 15000ha.

Les études menées dans la plus grande parcelle forestière du sud au cours de la dernière décennie montrent un déclin rapide de la population de cette espèce. Alors que la taille de la population était constante entre 1992 à 1996 (54 animaux/100ha), la densité de population a décliné de près

de 40% en 1997, 1998 et 1999 (33 animaux/100ha) et d'environ 60% par rapport à la densité initiale en 2000 (22 animaux/100ha) (Sommer & Hommen, 2000). Les résultats de ces études sont appuyés par les enquêtes menées récemment dans tous les habitats restants qui indiquent que plus en plus des terriers occupés les années précédentes sont actuellement abandonnés en particulier dans les zones aux limites de la distribution actuelle, indiquant en plus un déclin de la taille de la population et de la distribution (Rakotombololona, 1999, Sommer, 1998 ; Sommer & Tichy 1999 ; Toto 1997, 1999, 2001). Il est peu probable que ce déclin soit dû à des cycles périodiques de population qui caractérisent des nombreuses populations de petits mammifères ayant un potentiel élevé de croissance rapide durant la phase d'augmentation (Boonstra et al., 1998) compte tenu du fait que les femelles de *H. antimena* ne donnent qu'un ou deux petits par an (Sommer 2001). Cette espèce de rongeurs n'a donc pas le potentiel de croissance rapide de la population qui caractérise d'autres nombreux rongeurs. Pendant les dernières années, les chiens domestiques flânant ont été vu chassant *H. antimena* et peut-être ils sont une nouvelle source de mortalité contre les adultes et leurs progénitures. Les chiens étaient amenés dans la forêt par les braconniers des villages à côté, et laissés là-bas.

Caractéristiques de vie de *H. antimena*

H. antimena est la plus grande espèce endémique de rongeurs existant encore à Madagascar. Le mâle et la femelle mesurent tous deux environ 30cm de long et pèsent à peu près 1,2kg. *H. antimena* a des caractéristiques de vie insolites pour un rongeur, notamment la monogamie obligatoire. Le mâle et la femelle restent ensemble jusqu'à la mort de l'un. Le partenaire décédé est remplacé après quelques jours à quelques semaines (Sommer, 1997). La monogamie ne se rencontre que dans moins de 5% des espèces de mammifères et est encore plus rare chez les 1 700 espèces de rongeurs décrites (Carter & Getz, 1993).

H. antimena est totalement nocturne : le couple et leurs petits passent le jour dans des terriers souterrains. Le complexe de terrier mesure environ 5m de longueur et comporte en moyenne un à trois embouchures mais parfois jusqu'à sept de 30 à 40cm de diamètre. Ils creusent le bouchon de terre placé légèrement en profondeur dans l'embouchure lorsqu'ils sortent et le reconstruisent une fois qu'ils sont rentrés. Les terriers sont répartis de manière égale ou aléatoire et servent à élever les petits et à protéger des prédateurs et de la chaleur durant le jour. Il est rare que de nouveaux terriers soient creusés. Après la mort des résidents, de nouveaux animaux occupent le terrier (Sommer, 2000).

Les *H. antimena* des deux sexes sont territoriaux. Les animaux dont les terriers sont voisins défendent leurs territoires exclusifs tout le long de l'année indépendamment de l'abondance de nourriture ou de leur état reproductif. Seuls les animaux vivant dans un même terrier ont une étendue d'habitat coïncidant et de taille égale. Le territoire moyen varie entre 3,1 et 3,5ha. Les limites du territoire sont marquées à l'urine, aux fèces et à des émissions de glandes odorifères (Cook et al. 1991 ; Sommer 1996, 1997). L'espèce fouille le sol des forêts à la recherche de fruits tombés, de graines ou de feuilles. On sait également qu'elle creuse la terre à la recherche de racines et de tubercules et qu'elle détache l'écorce des jeunes arbres. La nourriture est tenue par les pattes antérieures et manipulée avec le museau, l'animal étant assis dans une position semi-verticale (comme un lapin).

H. antimena est un prédateur important des graines qui peuvent jouer un rôle significatif dans l'écologie des forêts sèches caducifoliées fragmentées de l'ouest de Madagascar. Dans les fragments des forêts où ces espèces n'existent plus, les taux de prédation des graines sont beaucoup plus bas que dans les forêts primaires (Ganzhorn et al 1999).

Le taux de reproduction est très faible : chaque paire produit un ou deux petits par an durant la saison de pluie (décembre à mars). Le sexe ratio est équilibré (Sommer 2001). L'assurance dans l'attribution de la paternité semble très élevée : aucun accouplement hors du couple n'a pu être identifié au cours d'analyses génétiques portant sur 139 individus (Sommer & Tichy, 1999). Les petits restent dans le terrier pendant les 4 à 6 premières semaines de vie puis commencent à en sortir régulièrement dans les 4 semaines qui suivent. Le poids sub-adulte est généralement inférieur à 1 000g dans la première année de vie. L'animal atteint son poids adulte dans la deuxième année. Il n'y a aucune différence de dimensions corporelles liées à l'âge entre les jeunes mâles et femelles. Leur domaine vital se trouve dans les limites du territoire parental. Les données obtenues par capture/recapture et par radio-télémetrie montrent des taux de mortalité respectifs de 50 à 57% avant que les petits n'atteignent la maturité (Sommer, 2000, 2001).

Le jeune mâle quitte le terrier et le territoire parentaux vers l'âge d'un an en novembre/décembre (avant la période de reproduction suivante) et peut se reproduire immédiatement. La dispersion des femelles vient plus tard (bien qu'elles aient également atteint leur poids corporel adulte) et elles restent avec leurs parents pendant deux saisons de reproduction. Leur dispersion est plus progressive et a lieu entre avril et juin. Les femelles n'atteignent probablement pas la maturité sexuelle avant l'âge de 2 ans. Une fois que les femelles ont quitté le territoire parental et sont installées sur leur propre territoire, elles y restent pour le restant de leur vie. Après la mort de son mâle, la femelle garde le terrier et le territoire, et un nouveau mâle migre dans le site. Si la femelle meurt ou disparaît, le mâle garde également le terrier et le territoire. Cependant, dans certains cas, on a noté qu'un mâle veuf migre vers le territoire et le terrier d'une femelle veuve.

H. antimena n'est consommé que par deux espèces de grands prédateurs : le plus grand carnivore existant encore sur l'île *Cryptoprocta ferox*, et un boa, *Acrantophis dumerili*. La prédation est le principal facteur de mortalité chez les petits et les adultes. L'infanticide ne semble pas exister chez le *H. antimena*. Quand un nouvel animal vient occuper le terrier d'un autre animal dont le mâle ou la femelle est mort(e), les petits de l'animal mort sont tolérés (Sommer & Tichy, 1999 ; Sommer, 2000).

Depuis les années 80, la compréhension des processus démographiques, environnementaux et génétiques qui peuvent amener à l'extinction de petites populations a considérablement augmenté. Ces processus sont à présent bien connus sous le nom de « paradigme de petite population » (Caughley, 1994). A partir de cette base conceptuelle, l'Analyse de Viabilité d'une Population (AVP) (PVA en anglais) s'est développée pour devenir un outil utile et de plus en plus populaire non seulement pour évaluer les perspectives de survie d'une population à long terme mais également pour guider dans le choix des options de gestion (Possingham, Lindenmayer & Norton, 1993). La nécessité pour et les conséquences des stratégies alternatives

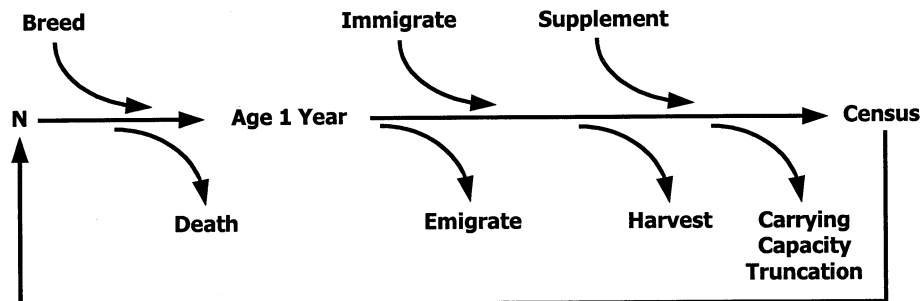
de gestion peut être modélisée de manière à déterminer quelles pratiques peuvent être les plus efficaces pour conserver le rat sauteur géant, et son habitat.

Initiation au logiciel de modélisation

Le logiciel de simulation informatique VORTEX 8.41 (Miller & Lacy 1999) a été utilisé dans les analyses présentées ci-après. VORTEX peut modéliser la stochasticité démographique (l'aspect aléatoire de la reproduction et de la mortalité chez les individus d'une population), les variations environnementales de taux de natalité et de mortalité, l'évolution de la capacité d'accueil de l'habitat, les effets des pertes d'habitat, les impacts de catastrophes ponctuelles, et les événements génétiques stochastiques d'une population sauvage.

VORTEX est un logiciel *basé sur l'individu*. Plus clairement, VORTEX crée une représentation de chaque animal en mémoire et suit le sort de cet animal chaque année pendant la durée de sa vie. VORTEX enregistre le sexe, l'âge et la filiation de chaque animal. Les événements démographiques (naissances, détermination du sexe, accouplement, dispersion et mort) sont modélisés en déterminant chaque année de la simulation pour chaque animal si l'un de ces événements s'est produit. Les événements se produisent selon des probabilités liées à l'âge et au sexe. La stochasticité démographique vient donc de l'incertitude quant à la survenue de chaque événement démographique pour un animal donné.

VORTEX Simulation Model Timeline



Events listed above the timeline increase N, while events listed below the timeline decrease N.

VORTEX exige beaucoup de données spécifiques à une population. Par exemple, l'utilisateur doit spécifier la quantité de variations annuelles causée par des fluctuations environnementales pour chaque taux démographique. En outre, la fréquence de chaque type de catastrophe (fortes pertes d'habitat, sécheresse, cyclones) et les effets des catastrophes sur la survie et la reproduction doivent être spécifiés.

VORTEX modélise la perte de variation génétique au sein des populations en simulant la transmission d'allèles des parents aux jeunes à un locus génétique hypothétique. Au début de la simulation, chaque animal reçoit deux allèles uniques au locus. En cours de simulation, VORTEX fait le suivi du nombre d'allèles originels restant au sein de la population et l'hétérozygotie et la diversité génétique (ou « hétérozygotie attendue ») par rapport aux niveaux de départ.

Pour plus d'information sur VORTEX, voir Lacy (1993a) et Miller & Lacy (1999).

Paramètres à introduire pour la simulation

La population restante est constituée par deux sous-populations séparées par la rivière Mandrotra et un habitat détruit (Fig. 1). Les deux populations n'ont pas été considérées comme formant une méta-population étant donné que l'échange d'individus est très improbable. La zone d'habitat de la sous-population du Nord a été estimée à 4000 ha et celle de la sous-population du sud à 15000ha.

Les populations ont été simulées à partir des données démographiques, écologiques et comportementales obtenues au cours d'investigations sur une population d'étude marquée individuellement entre 1992 et 2001 dans la sous-population du Sud (forêt de Kirindy, connue localement sous le nom de N5) (Sommer 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, 2001 ; Sommer & Tichy, 1999 ; Sommer & Hommen, 2000).

Le déclin de la présence de *Hypogeomys* peut être dû à divers processus :

1. Perte d'habitat due au défrichement ;
2. Déclin de la qualité d'habitat et par-là de la densité de population animale (capacité d'accueil) due à une exploitation sélective de bois.

L'extension des habitats existants, l'investigation du déclin récent de la zone et de la qualité d'habitat et les estimations du déclin à venir ont été basées sur l'analyse de photos satellites prises entre le 27 juin et le 7 août 2000 (Pinder, 2002) et l'existence des exploitations forestières actuelles (Jean Michel Rakonandrasana, CIREF, Morondava, pers. comm.). Les enquêtes à travers toute la zone géographique a permis de relever la présence d'animaux (Rakotombolona, 1997 ; Sommer, 1998 ; Toto 1997, 2001). Les densités de population animale pour les différentes zones ont été calculées à partir du nombre de terriers occupés dans des parcelles d'étude de 100ha.

Chaque scénario a été exécuté sur 100 ans avec 100 itérations. Un fichier d'input (Tableau 1) et un fichier d'output (Tableau 2) pour le scénario de base ont été inclus. Le logiciel simule

l'évolution de la population en passant par la série d'événements qui caractérisent les cycles de la vie de nombreux organismes.

Système de reproduction : Monogame. *Hypogeomys* vit dans un système social de monogamie à long terme. Les couples restent ensemble jusqu'à la mort de l'un ou de l'autre.

Age de la première reproduction: VORTEX définit avec précision l'âge de la première reproduction en prenant en compte l'âge à laquelle la femelle met bas un petit et non l'âge de maturité sexuelle. Les données recueillies sur le terrain indiquent que les femelles commencent à se reproduire à l'âge de deux ans alors que les mâles se reproduisent à l'âge de un an.

Age maximal de reproduction : VORTEX suppose que les animaux peuvent se reproduire (dans sa forme la plus simple et au taux normal spécifié) pendant toute leur vie adulte. Au sein d'une population d'étude marquée individuellement, aucun individu ne vit au-delà de sept ans. Les femelles mettent bas jusqu'à cet âge.

Sexe ratio des jeunes : Les données recueillies sur le terrain n'indiquent aucune déviation par rapport à une répartition égale des petits entre les deux sexes.

Taille de chaque nichée : La reproduction a lieu durant la saison de pluie (décembre à mars). Les femelles peuvent donner deux fois un petit pendant cette période. La taille maximale de la nichée est donc de deux petits. Les recherches indiquent que 60% des femelles produisent un jeune, 40% produisent deux jeunes par période reproductive.

Mortalité spécifique à l'âge : Nous avons élaboré le tableau de mortalité suivant à partir des données obtenues par capture/recapture et par suivi radio des animaux.

Tranche d'âge	Mortalité	ET (EV)
0 - 1	53%	5%
1 - 2	13%	3/5% * (femelles/mâles)
2 - 3	21%	5%
3 - 4	40%	5%
4 - 5	68%	5%
5 - 6	71%	5%
6 - 7	100%	5%

*Les différences de l'écart-type (variation environnementale ou EV) de mortalité entre les femelles et les mâles dans la tranche d'âge 1 à 2 ans sont dues au fait que les femelles se dispersent plus tardivement et restent un an de plus dans le territoire parental. On suppose que la plus grande mortalité chez les petits mâles est due à des risques liés au comportement de dispersion (par exemple, la recherche d'un territoire non occupé).

Corrélation entre la variation environnementale de la reproduction et la survie : EV dans la mortalité concordait entre les tranches d'âges mais était indépendante pour la reproduction. EV mortalité était présumé lié avec les classes d'ages-sexe mais indépendant du EV de reproduction.

Dépression liée aux croisements d'individus présentant les mêmes caractéristiques génétiques : Même si les analyses génétiques indiquent une faible variabilité génétique tant dans les gènes du complexe immunitaire (MHC) et la *région de la boucle-d* de l'ADN mitochondrial (Sommer & Tichy, 1999 ; Sommer et al. soumis, Sommer, en cours de préparation), nous n'avons pas encore de données sur les effets négatifs éventuels du croisement entre individus présentant les mêmes caractéristiques génétiques sur la fertilité ou la survie. Etant donné que la population actuelle comporte plusieurs milliers d'individus, la dépression n'a pas été prise en compte.

Evénements catastrophiques : Les catastrophes sont des événements environnementaux singuliers qui sortent du cadre des variations environnementales normales qui affectent la reproduction et/ou la survie. Les cyclones, les inondations, la maladie, etc. peuvent exterminer une grande part de la population en une seule année chez certaines espèces. VORTEX modélise ces événements en leur attribuant une probabilité d'occurrence et un facteur de sévérité allant de 0,0 (effet maximal ou absolu) à 1,0 (aucun effet). Cependant, les cyclones et les inondations, assez courants à Madagascar durant la saison de pluie, n'ont pas été pris en compte dans notre modèle parce qu'ils n'affectent probablement pas le *Hypogeomys*, cette espèce n'habitant pas dans les zones forestières voisines des rivières. Par contre, nous avons identifié dans le déclin très prononcé de l'habitat un autre type de catastrophe. Ce facteur a été pris en compte dans une autre section de notre modèle (voir ci-dessous).

Pool de reproducteurs mâles : Ce paramètre définit la proportion de la population mâle qui peut se reproduire dans une année donnée. Il ne s'agit pas de la capacité physiologique mais plutôt d'une mesure d'un état social. Etant donné le système d'accouplement monogame, tous les mâles sont considérés comme étant des reproducteurs dans la mesure où des femelles sont disponibles.

Proportions de femelles reproductrices : 100% (écart type due aux variations environnementales : 5%)

Taille initiale de la population : Les tailles initiales des sous-populations du nord et du sud ont été calculées à partir du nombre de terriers occupés dans des parcelles d'études de 100ha. La taille de l'habitat a été multipliée par la densité moyenne de terriers occupés (par 100ha) et, à cause du système d'accouplement monogame de *H. antimena*, nous avons supposé le nombre d'adultes par terrier à deux.

Nous avons admis une taille initiale de population de 5 120 adultes pour la sous-population du nord (4 000ha, 64 terriers actifs/100ha) et de 6 450 adultes pour la sous-population du sud (15000 ha, 21,5 terriers/100ha). Cette population est répartie dans les classes d'âges et selon le sexe selon la distribution par âge stable calculée à partir du tableau de reproduction et de mortalité.

Capacité de l'habitat : La capacité de l'habitat, désigné par K, définit la limite supérieure de la taille de la population. Quand la population dépasse ce niveau à la fin d'une année donnée, la mortalité est automatiquement augmentée pour toutes les classes d'âges et pour les deux sexes afin de ramener la population à la valeur établie de K.

Etant donné que la population du nord occupe probablement la dernière zone forestière en bon état de toute la région du Menabe, avec la densité de population la plus forte qu'on ait jamais vue, nous supposons que la densité de cette sous-population correspond à la capacité. La capacité de la sous-population du sud a été calculée à partir de la parcelle d'étude présentant la plus forte densité (52 terriers occupés/100ha). Le calcul a donné 7 800 adultes.

Pendant les derniers 5 ans, le taux de perte de l'habitat était 4,4%. Nous supposons que cette perte continuera pour au moins les prochaines cinq ans, et dans le modèle on met un déclin de la capacité de 4,4% pour les prochaines cinq ans.

Collecte ou réintroduction de population : Ni la collecte ni la réintroduction de population n'ont été prises en compte.

P(E) – la probabilité d'extinction de la population, déterminée par la proportion de 100 itérations, par exemple, dans un scénario donné qui s'est éteinte dans les simulations. Dans le cadre de VORTEX, l'extinction est définie comme étant aucun animal de l'un ou l'autre ou des deux sexes.

N – taille moyenne de la population, moyenne des populations simulées et qui ne sont pas éteintes.

SD(N) – variations sur les populations simulées (exprimée en tant qu'écart type) de la taille de population pour chaque intervalle de temps. Les écarts types supérieurs à la moitié de N indiquent une taille de population très instable, certaines populations simulées étant très près de s'éteindre. Quand SD(N) est élevé par rapport à N, et en particulier lorsqu'il augmente sur les années de simulations, la population est vulnérable aux fortes fluctuations aléatoires et peut s'éteindre même si le taux moyen de croissance de la population est positif. SD(N) sera faible et souvent en baisse par rapport à N quand la population augmente régulièrement mais reste en dessous de la capacité d'accueil ou décline rapidement (et de manière déterministe) vers l'extinction. SD(N) baisse également de manière considérable quand la taille de la population se rapproche de la capacité d'accueil qui la limite.

H—la diversité génétique ou hétérozygoté attendue des populations existantes, exprimée en pourcentage de la diversité génétique initiale de la population. La robustesse des individus diminue en proportion avec la diversité génétique (Lacy 1993b), 10% de baisse de diversité génétique conduit généralement à une baisse de 15% de la survie chez les mammifères captifs (Ralls et al. 1988). Les impacts du croisement d'individus présentant les mêmes caractéristiques génétiques au sein de populations sauvages sont moins bien connus mais pourraient être plus graves que ceux observés au sein de populations captives (Jiménez et al., 1994). La réaction d'adaptation à la sélection naturelle devrait être également proportionnelle à la diversité génétique. Les programmes de conservation à long terme se fixent souvent l'objectif de garder

90% de la diversité génétique initiale (Soulé et al., 1986). Une réduction de la diversité génétique à 75% équivaldrait à un croisement entre membres d'une même fratrie ou à un croisement entre géniteurs et leurs petits.

Table 1 Sample input file for the base scenario (Southern Population).

```

HYPO_011.OUT   ***Output Filename***
Y   ***Graphing Files?***
N   ***Details each Iteration?***
100  ***Simulations***
100  ***Years***
10   ***Reporting Interval***
0   ***Definition of Extinction***
1   ***Populations***
N   ***Inbreeding Depression?***
N   ***EV concordance between repro and surv?***
1   ***Types Of Catastrophes***
L   ***Monogamous, Polygynous, or Hermaphroditic***
2   ***Female Breeding Age***
1   ***Male Breeding Age***
7   ***Maximum Breeding Age***
50.000000   ***Sex Ratio (percent males)***
2   ***Maximum Litter Size (0 = normal distribution) *****
N   ***Density Dependent Breeding?***

Pop1
100.00 **breeding
5.00 **EV-breeding
60.000000   ***Pop1: Percent Litter Size 1***
53.000000 *FMort age 0
5.000000   ***EV
13.000000 *FMort age 1
3.000000   ***EV
(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7)) *Adult FMort
5.000000   ***EV
53.000000 *MMort age 0
5.000000   ***EV
(13*(A=2))+(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7)) *Adult MMort
5.000000   ***EV
1.000000   ***Probability Of Catastrophe 1***
1.000000   ***Severity--Reproduction***
1.000000   ***Severity--Survival***
Y   ***All Males Breeders?***
Y   ***Start At Stable Age Distribution?***
6450   ***Initial Population Size***
7800   ***K***
0.000000   ***EV--K***
Y   ***Trend In K?***

PHVA de Hypogeomys antimena (Vositse)
Version Finale, Juillet 2002

```


5 ***Years Of Trend***
-4.400000 ***Percent Change In K***
N ***Harvest?***
N ***Supplement?***
N ***AnotherSimulation?***

Table 2 Sample output file for the base scenario (Southern Population).

VORTEX 8.41 -- simulation of genetic and demographic stochasticity

HYPO_011.OUT

Thu May 24 17:01:26 2001

1 population(s) simulated for 100 years, 100 iterations

Extinction is defined as no animals of one or both sexes.

No inbreeding depression

First age of reproduction for females: 2 for males: 1

Maximum breeding age (senescence): 7

Sex ratio at birth (percent males): 50.000000

Population: Pop1

Long-term Monogamous mating; all adult males in the breeding pool.

100.00 percent of adult females produce litters.

EV in % adult females breeding = 5.00 SD

Of those females producing litters, ...

60.00 percent of females produce litters of size 1

40.00 percent of females produce litters of size 2

53.00 percent mortality of females between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

13.00 percent mortality of females between ages 1 and 2

EV in % mortality = 3.000000 SD

% mortality of adult females ($2 \leq \text{age} \leq 7$) = $(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$

EV in % mortality = 5.000000 SD

53.00 percent mortality of males between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

% mortality of adult males ($1 \leq \text{age} \leq 7$) =

$$(13*(A=2))+(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$$

EV in % mortality = 5.000000 SD

EVs may be adjusted to closest values possible for binomial distribution.

EV in mortality will be concordant among age-sex classes

but independent from EV in reproduction.

Frequency of type 1 catastrophes: 1.000 percent

multiplicative effect on reproduction = 1.000000

multiplicative effect on survival = 1.000000

Initial size of Pop1: 6450

(set to reflect stable age distribution)

Age	1	2	3	4	5	6	7	Total	
	686	605	534	471	415	367	324	3402	Males
	686	526	465	409	362	319	281	3048	Females

Carrying capacity = 7800

with a 4.400 percent decrease for 5 years.

EV in Carrying capacity = 0.00 SD

Deterministic population growth rate

(based on females, with assumptions of

no limitation of mates, no density dependence, no functional dependencies, and no inbreeding depression)

$$r = 0.125 \quad \lambda = 1.133 \quad R_0 = 1.717$$

Generation time for: females = 4.32 males = 3.75

Stable age distribution: Age class females males

0	0.169	0.169
1	0.070	0.070
2	0.054	0.062
3	0.048	0.055
4	0.042	0.048
5	0.037	0.043
6	0.033	0.038
7	0.029	0.033

Ratio of adult (≥ 1) males to adult (≥ 2) females: 1.440

Population 1: Pop1

Year 10

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000

N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000

Mean size (all populations) = 5095.24 (73.93 SE, 739.33 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 5095.24 (73.93 SE, 739.33 SD)

Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)

Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)

Number of extant alleles = 3180.69 (31.35 SE, 313.49 SD)

Year 20

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000

N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000

Mean size (all populations) = 4628.35 (94.58 SE, 945.76 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 4628.35 (94.58 SE, 945.76 SD)

Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)

Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)

Number of extant alleles = 1788.73 (22.93 SE, 229.29 SD)

Year 30

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000

N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000

Mean size (all populations) = 4298.68 (104.23 SE, 1042.31 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 4298.68 (104.23 SE, 1042.31 SD)

Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)

Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)

Number of extant alleles = 1220.04 (18.41 SE, 184.10 SD)

Year 40

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000

N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000

Mean size (all populations) = 4151.12 (111.44 SE, 1114.43 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 4151.12 (111.44 SE, 1114.43 SD)

Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.000 SD)

Observed heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.001 SD)

Number of extant alleles = 914.51 (15.95 SE, 159.48 SD)

Year 50

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3953.48 (118.90 SE, 1189.03 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3953.48 (118.90 SE, 1189.03 SD)
Expected heterozygosity = 0.997 (0.000 SE, 0.001 SD)
Observed heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 725.63 (14.14 SE, 141.40 SD)

Year 60

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3809.09 (128.28 SE, 1282.78 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3809.09 (128.28 SE, 1282.78 SD)
Expected heterozygosity = 0.997 (0.000 SE, 0.001 SD)
Observed heterozygosity = 0.997 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 596.15 (12.76 SE, 127.63 SD)

Year 70

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3636.06 (119.42 SE, 1194.21 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3636.06 (119.42 SE, 1194.21 SD)
Expected heterozygosity = 0.996 (0.000 SE, 0.001 SD)
Observed heterozygosity = 0.997 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 502.97 (11.40 SE, 114.04 SD)

Year 80

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3492.84 (134.34 SE, 1343.35 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3492.84 (134.34 SE, 1343.35 SD)
Expected heterozygosity = 0.995 (0.000 SE, 0.001 SD)
Observed heterozygosity = 0.996 (0.000 SE, 0.002 SD)
Number of extant alleles = 430.72 (10.41 SE, 104.15 SD)

Year 90

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3221.09 (134.86 SE, 1348.61 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3221.09 (134.86 SE, 1348.61 SD)
Expected heterozygosity = 0.995 (0.000 SE, 0.002 SD)
Observed heterozygosity = 0.995 (0.000 SE, 0.002 SD)
Number of extant alleles = 372.40 (9.49 SE, 94.91 SD)

Year 100

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3042.59 (127.93 SE, 1279.35 SD)

Means across extant populations only:

Population size = 3042.59 (127.93 SE, 1279.35 SD)
Expected heterozygosity = 0.994 (0.000 SE, 0.002 SD)
Observed heterozygosity = 0.994 (0.000 SE, 0.002 SD)
Number of extant alleles = 326.43 (8.70 SE, 86.97 SD)

In 100 simulations of Pop1 for 100 years:

0 went extinct and 100 survived.

This gives a probability of extinction of 0.0000 (0.0000 SE),
or a probability of success of 1.0000 (0.0000 SE).

Means across all populations (extant and extinct) ...

Mean final population was 3042.59 (127.93 SE, 1279.35 SD)

Age 1	Adults	Total
	1549.17	Males
367.27	1126.15	1493.42 Females

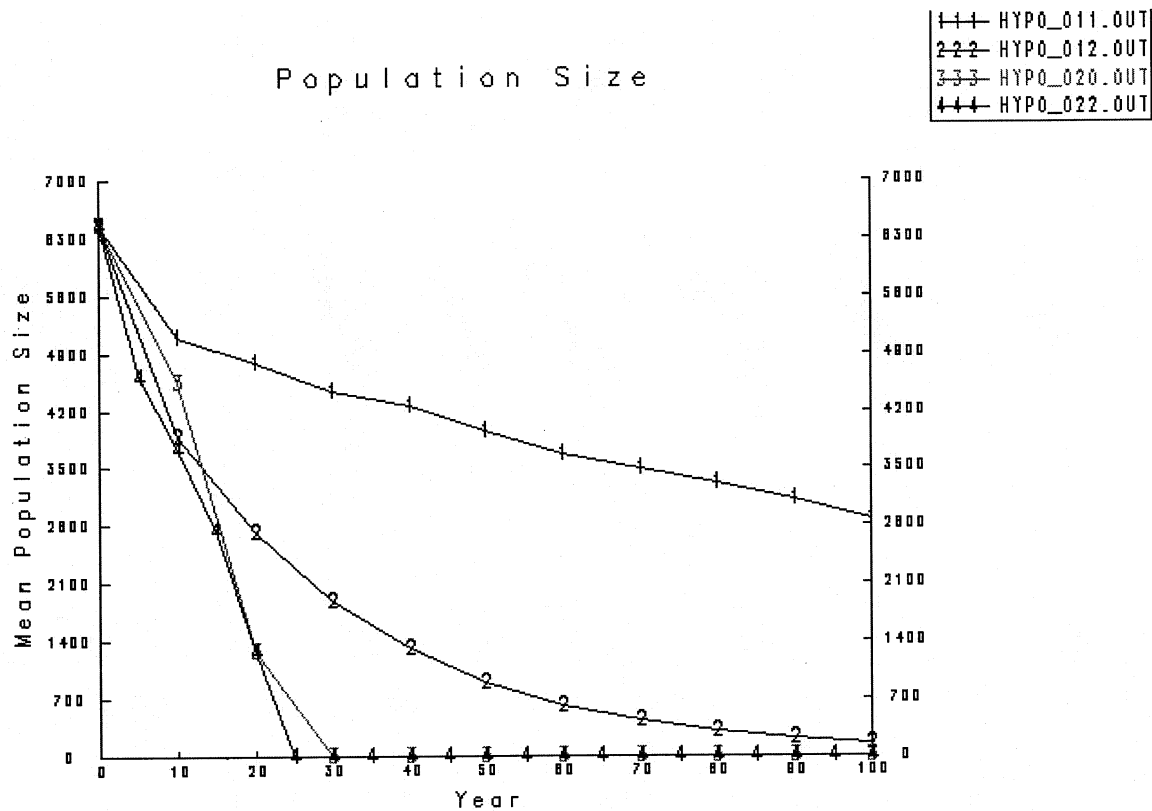
Across all years, prior to carrying capacity truncation,
mean growth rate (r) was -0.0069 (0.0006 SE, 0.0645 SD)

Final expected heterozygosity was 0.9938 (0.0002 SE, 0.0022 SD)
Final observed heterozygosity was 0.9943 (0.0002 SE, 0.0025 SD)
Final number of alleles was 326.43 (8.70 SE, 86.97 SD)

Résultats du modèle de simulation

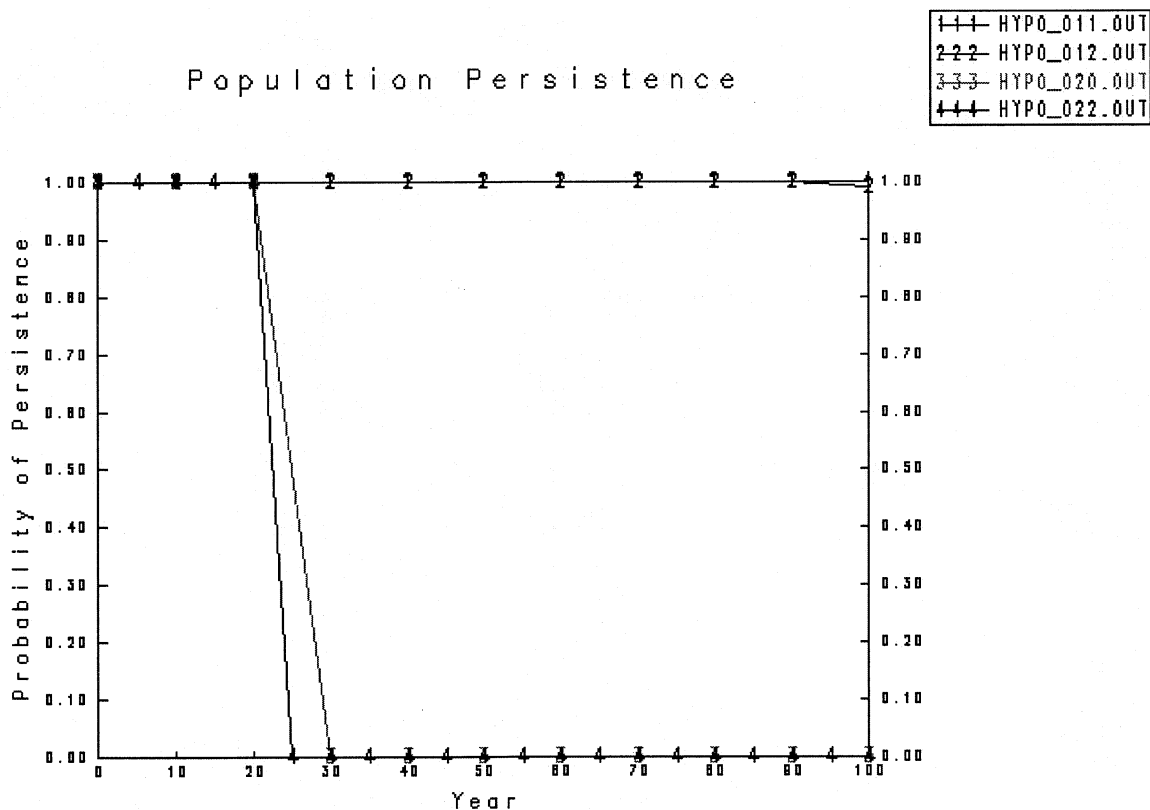
1. Sous-population du sud :

Le taux de croissance démographique r du modèle de base était de $-0,007$, ce qui signifie un déclin démographique de 55% dans les 100 années à venir. La probabilité d'extinction est zéro (HYPO_011). Une légère augmentation de la mortalité de 5% chez les petits liée à la nouvelle prédation par les chiens conduit à un déclin démographique d'environ 97% dans les 100 années à venir. Le taux de croissance démographique était de $-0,04$ avec une probabilité d'extinction de 1% (HYPO_012). Si nous prenons le modèle de base et l'associons avec une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années, nous obtenons une probabilité d'extinction de 100% après 25 ans par disparition de tout l'habitat (HYPO_020). Ce processus s'accélère si l'on associe également le plus grand impact de la prédation par les chiens à ce dernier scénario (HYPO_022).



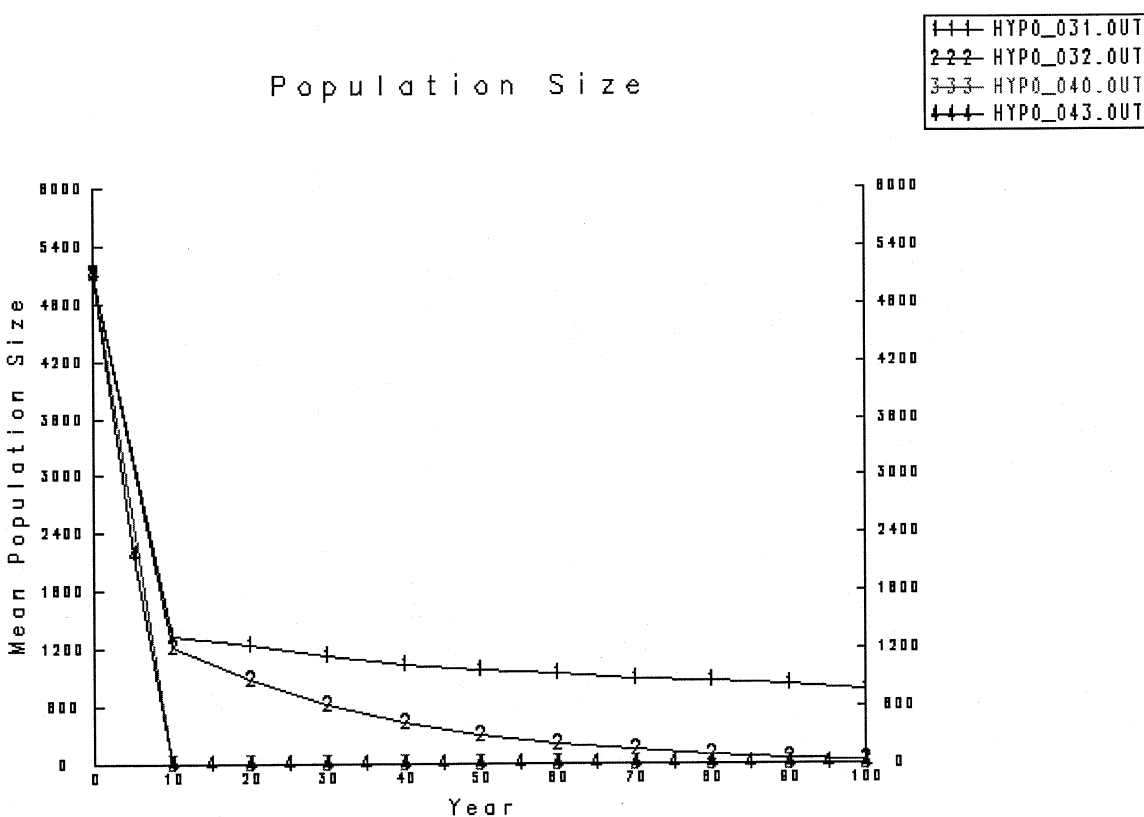
Modèles pour la population du Sud : (Tous les modèles sont partis avec une taille de la population $N = 6450$ et une capacité d'accueil $K = 7800$. Les valeurs des paramètres sont toutes les mêmes sauf pour le changement de la mortalité juvénile dans HYPO_012 et l'augmentation de la perte d'habitat pendant 25 ans dans HYPO_020).

- HYPO_011 Modèle de base construit à partir des données de recherches sur le terrain effectuées par Sommer.
 $r = -0,007$; $Pe = 0$
 N à 100 ans = 2 873
- HYPO_012 Modèle de base avec une augmentation de la mortalité juvénile de 53% à 58% en conséquence de l'augmentation de la prédation par les chiens pour cette classe d'âge.
 $r = -0,040$; $Pe = 0,01$ (10% de la population éteinte à 100 ans)
 N à 100 ans = 162
- HYPO_020 Modèle de base avec une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années
 $r = -0,011$; $Pe = 1,00$ à 25 ans
 N à 25 ans = 0 (toute la population éteinte). Disparition totale de l'habitat.
- HYPO_022 Modèle de base avec une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années avec une augmentation de la mortalité juvénile de 53% à 58% en conséquence de l'augmentation de la prédation par les chiens pour cette classe d'âge (combinaison de HYPO_012 et HYPO_020).
 $r = -0,046$; $Pe = 1,00$ à 25 ans
 N à 25 ans = 0 (toute la population éteinte). Disparition totale de l'habitat.



2. Sous-population du nord :

Le taux de croissance démographique r du modèle de base était de $-0,006$, ce qui signifie un déclin démographique de 85% dans les 100 années à venir. La probabilité d'extinction est zéro (HYPO_031). Une légère augmentation de la mortalité de 5% chez les petits liée à la nouvelle prédation par les chiens conduit à un déclin démographique d'environ 99% dans les 100 années à venir. Le taux de croissance démographique était de $-0,046$ avec une probabilité d'extinction de 18% (HYPO_032). Si nous prenons le modèle de base et l'associons à une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années, nous obtenons une probabilité d'extinction de 100% après 25 ans par disparition de tout l'habitat (HYPO_040). Ce processus s'accélère si l'on associe également le plus grand impact de la prédation par les chiens à ce dernier scénario (HYPO_043).



Modèles pour la population du nord: (Tous les modèles sont partis avec une taille de la population $N = 5120$ et une capacité d'accueil $K = 5120$. Les valeurs des paramètres sont toutes les mêmes sauf pour le changement de la mortalité juvénile dans HYPO_032 et l'augmentation de la perte d'habitat pendant 25 ans dans HYPO_040). La perte d'habitat a été estimée à 14,3% par an afin de tenir compte de la perte de zone de 4,4% par an et de la réduction de la densité (qualité de l'habitat) de 9,9% par an.

HYPO_031

Modèle de base construit à partir des données de recherches sur le terrain effectuées par Sommer.

$r = -0,006$; $Pe = 0$

N à 100 ans = 770

HYPO_032

Modèle de base avec une augmentation de la mortalité juvénile de 53% à 58% en conséquence de l'augmentation de la prédation par les chiens pour cette classe d'âge.

$r = -0,046$; $Pe = 0,18$ (18% de la population éteinte à 100 ans)

N à 100 ans = 52

HYPO_040

Modèle de base avec une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années

$r = -0,24$; $Pe = 1,00$ à 25 ans

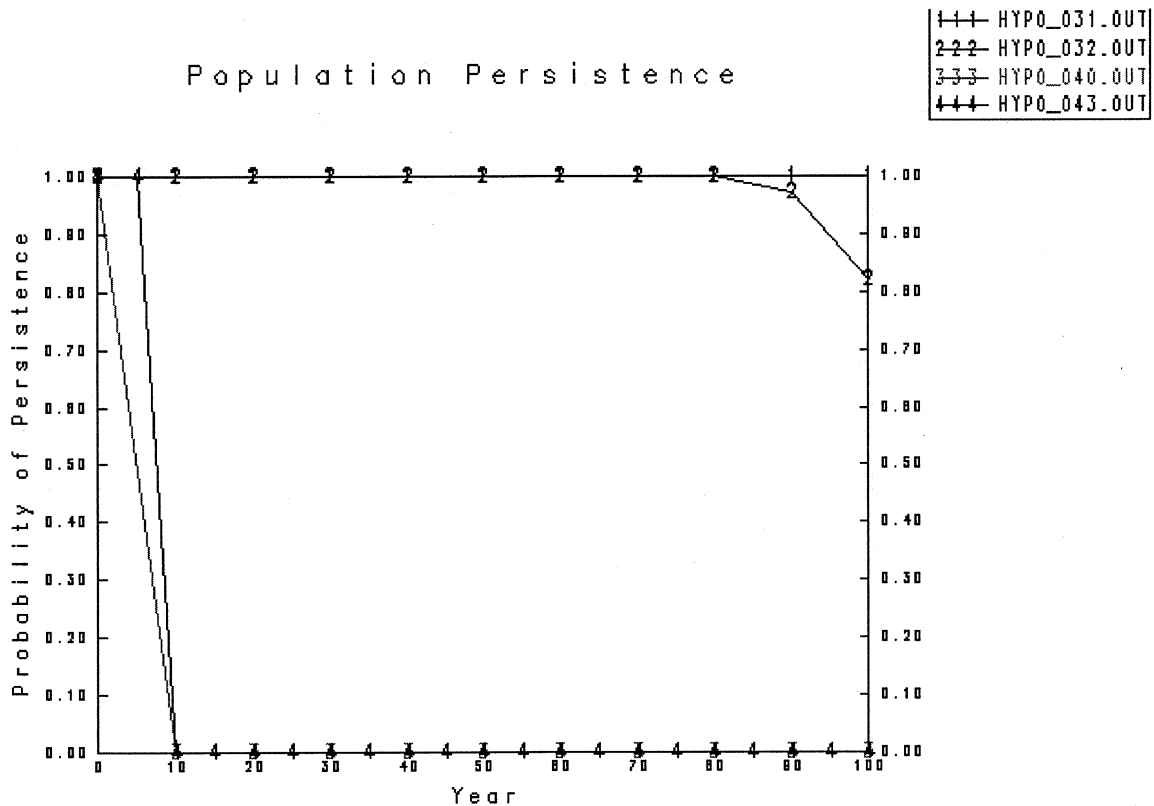
N à 25 ans = 0 (toute la population éteinte). Disparition totale d l'habitat.

HYPO_043

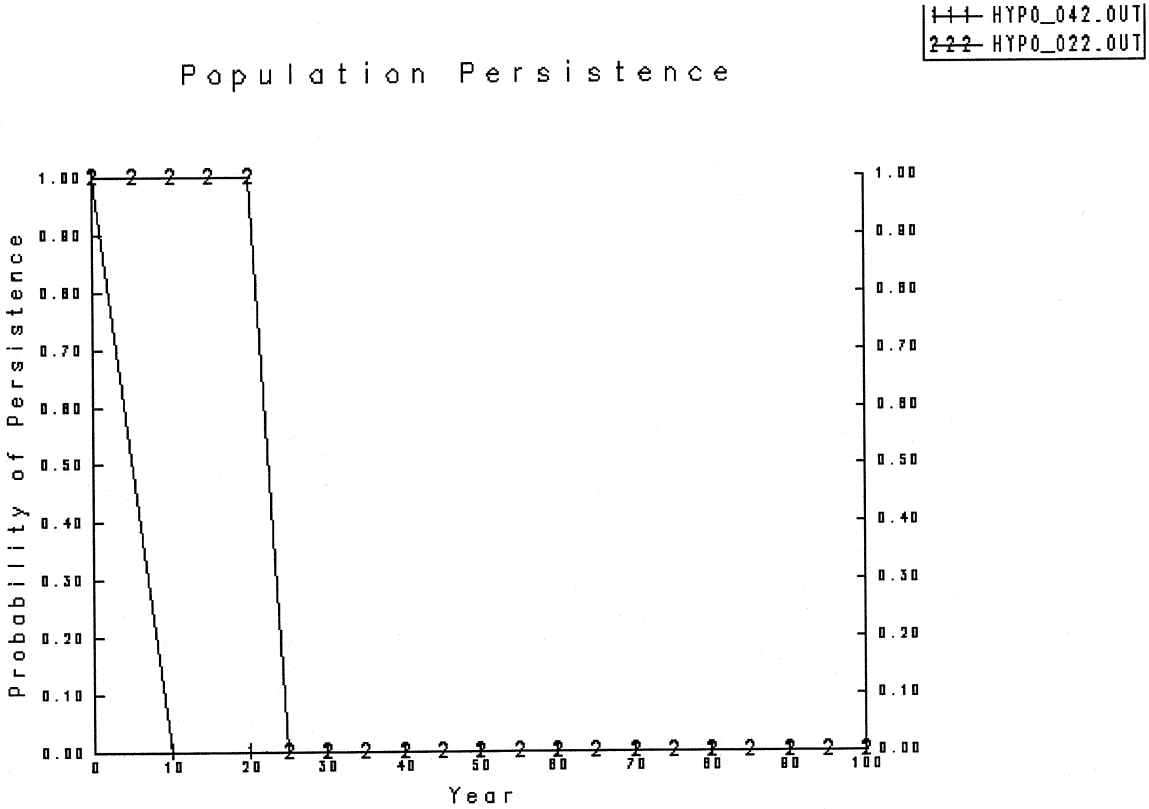
Modèle de base avec une perte d'habitat continue de 4,4% par an sur 25 ans comme cela a été le cas pour les 5 dernières années avec une augmentation de la mortalité juvénile de 53% à 58% en conséquence de l'augmentation de la prédation par les chiens pour cette classe d'âge (combinaison de HYPO_032 et HYPO_040).

$r = -0,063$; $Pe = 1,00$ à 25 ans

N à 25 ans = 0 (toute la population éteinte). Disparition totale de l'habitat.



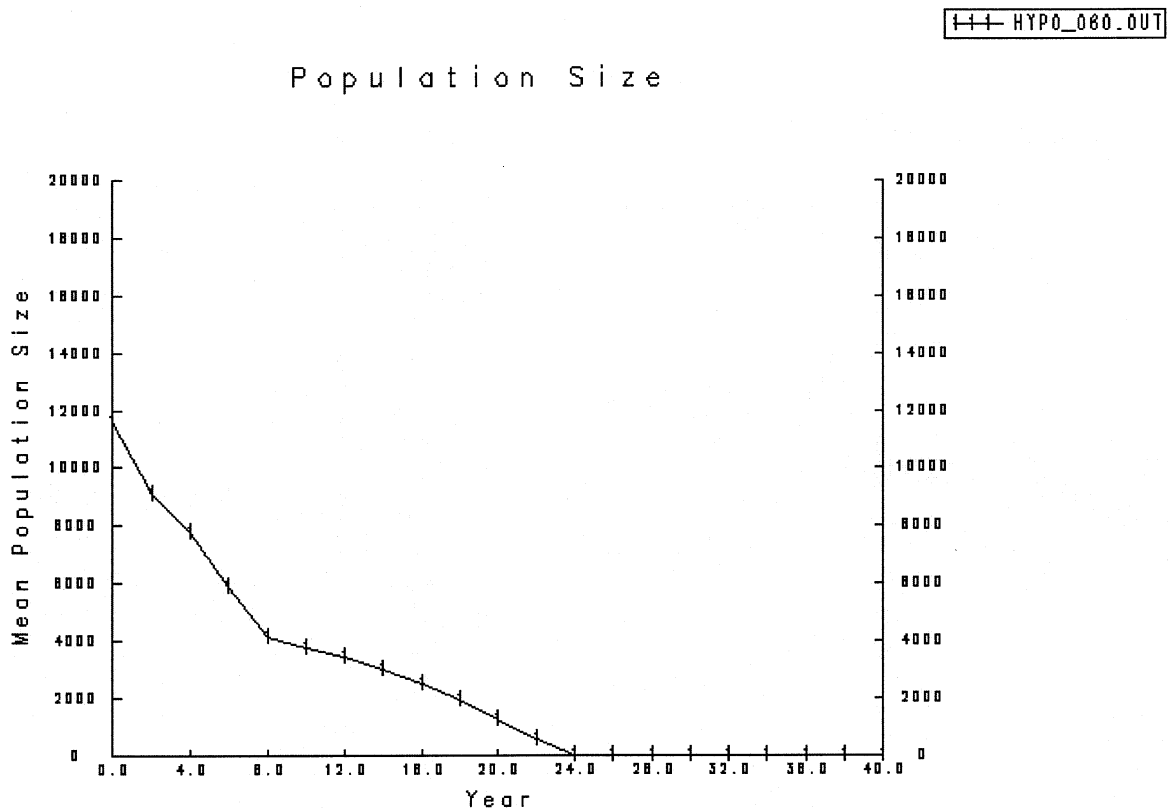
3. Comparaison entre les populations du sud et du nord



La comparaison entre les deux sous-populations montre que même si la densité de population animale est plus élevée pour la sous-population du nord, avec les conditions actuelles de perte d'habitat par an, la probabilité d'extinction de 50% sera atteinte dans les 6 à 9 ans à venir pour cette sous-population. Cette probabilité d'extinction de 50% vient un peu plus tard pour la population du sud (21 à 24 ans).

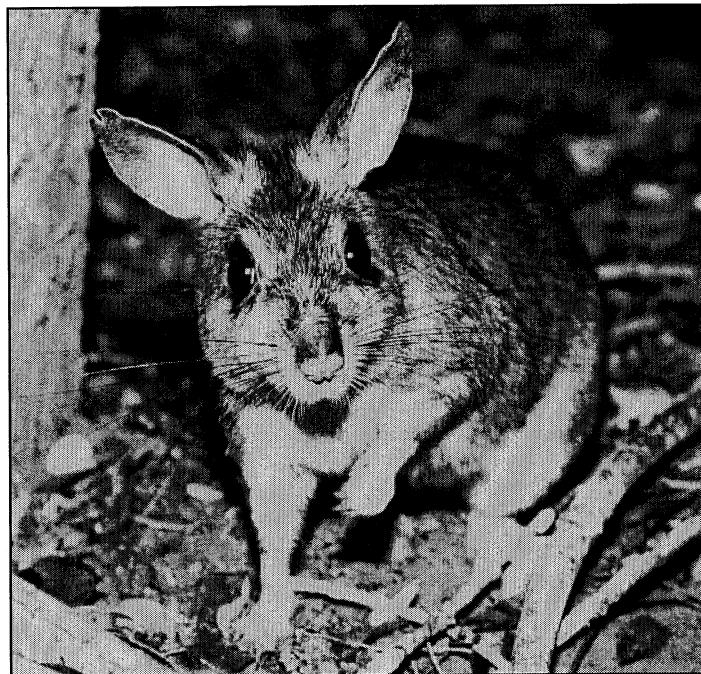
4. Statut IUCN de *H. antimena* à partir des calculs de VORTEX

Pour évaluer le statut IUCN actuel de *H. antimena*, les deux sous-populations ont été simulées sur 40 ans avec 500 itérations. Les deux sexes peuvent se disperser. L'âge de dispersion est de 1 à 5 ans avec une probabilité de survie de 50% pendant la dispersion. Le fichier de résultats des calculs de VORTEX ou « output » est donné en Annexe 7. Nous avons supposé un taux de migration de 1% entre les deux sous-populations. La population de départ est constituée par la somme des deux sous-populations (11 570 adultes). VORTEX prédit une baisse démographique de 85,2% en l'espace de 3 générations (13,5 ans). Ceci justifie que le statut de *H. antimena* passe à Gravement Menacé (CR) sur la base du critère a3c de la liste rouge d'IUCN.



Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Mantaoa, Madagascar
20 -25 MAI 2001



Partie III

RECOMMANDATIONS ET PLANS D' ACTIONS

VERSION FINALE
Juillet 2002

RECOMMANDATIONS DU GROUPE PHVA ET PLANS D' ACTIONS

A. Recommandations

- Développer et mettre en œuvre des plans de protection pour l'habitat restant de Vositse, tout en protégeant l'ensemble de la biodiversité du Menabe. Mesures immédiates : arrêter l'exploitation, le défrichement et la chasse dans ces zones.
- Favoriser la mise en place de règles locales et communales (dina) pour la protection de l'espèce.
- Elaborer et mettre en œuvre un plan d'Information-Education-Communication (IEC) (régional, local et national) en faveur du Vositse.
- Application et amendement de la législation forestière ; mise en œuvre du plan directeur forestier régional ; renforcement et appui au niveau de services des Eaux et Forêts pour faire des prospections, visites, contrôle ou suivi dans la zone.
- Renforcer les études sur l'espèce pour avoir beaucoup plus d'informations.
- Intégrer la protection des zones de Vositse dans un plan de développement et créer une plateforme de concertations.
- Assurer un filet de sécurité en captivité (y compris un parc zoologique) pour sauvegarder l'espèce et pour le restockage et la sensibilisation.

B. Développement des Plans d'Action

Objectif

Tout le monde est responsabilisé pour la sauvegarde de l'espèce. Dans l'annexe 9, on a inclu une liste des groupes cibles

Recommandation 1. Développer et mettre en œuvre des plans de protection pour l'habitat restant de Vositse, tout en protégeant l'ensemble de la biodiversité de Menabe. Mesures immédiates : arrêter l'exploitation, le défrichement et la chasse dans ces zones.

Problèmes majeurs et les moyens de les surmonter

- financement
 - Organismes gouvernementaux et non-gouvernementaux.
- non-adhésion des gestionnaires
 - Atelier de sensibilisation des gestionnaires
 - faire des conventions
 - suivi des conventions → sanctions
→ récompense

- continuer le processus du PHVA à Morondava.
- politique (conflit d'intérêt)
 - encourager et intensifier les reportages sur l'environnement par les médias de la région de MENABE
 - impliquer les politiciens dans le processus de sensibilisation (gens du pouvoir et les opposants de Morondava).
- la pauvreté
 - manque d'alternative
 - intégrer les projets du développement dans la zone: CRD, CARE, FID, SECALINE, TAFA, ANGAP, SAHA.

Premières étapes d'actions

- Exposition Vositse à la Journée Mondiale de l'Environnement.
- Diffusion des résultats du PHVA à toutes les parties prenantes du MENABE.
- Réunion de réflexions à Morondava entre les parties prenantes.

Autres actions à entreprendre

- Délimiter des zones d'habitation probable de l'espèce à travers son aire de distribution en vue du classement.
- Changer le statut de la forêt.
- Arrêter l'exploitation, le défrichement et la chasse dans la zone d'occupation.
- Changer le statut de la forêt du Centre de Formation Professionnelle Forestière en Aire Protégée.
- Créer une nouvelle Aire protégée au Nord de Beroboka qui comprend l'habitat pour le Vositse.
- Suivre et contrôler les forêts dans la zone d'occupation de Vositse : par les gestionnaires (CFPF, Eaux et Forêts, De Heulme, GPF, communautés riveraines).
- Allouer des fonds pour la protection des animaux menacés aux Ministères de l'Environnement, des Eaux et Forêts et de la Recherche.
- Restaurer le corridor entre les deux blocs.
- Restaurer la Réserve Spéciale d'Andranomena pour la réintroduction de l'espèce.

Recommandation 2. Favoriser la mise en place de règles locales et communales (dina) pour la protection d'espèce.

Problèmes majeurs et les moyens pour les surmonter

Comment convaincre les gens de diminuer la circulation des chiens, la coupe de bois et le défrichement ?

Plan de gestion du terroir avec zonage de l'habitat de Vositse élaboré par les villageois, appuyé et approuvé par les services techniques et les autorités locales.

Actions immédiates proposées

- Améliorer les relations entre les autorités (locales et communales) et les techniciens forestiers par des réunions, visites, échanges de rapports, informations.
- Dans le dina, intégrer des interdictions: circulation des chiens, chasse, défrichage dans les sites de Vositse.
- Impliquer les techniciens forestiers dans les différentes activités de protection de l'espèce.
- Opérations de contrôle de chiens. Exemple: collier et corde de chiens pendant la nuit, chiens non autorisés à chasser.
- Encourager M. de Heaulme de développer et mettre en oeuvre un plan d'aménagement de sa concession pour ne pas perdre sa grande valeur (biodiversité, forêts, Vositse, etc.) avec zone de conservation, zone de droits d'usage, etc. à gérer avec la population locale.

Recommandation 3. Elaborer et mettre en oeuvre un plan d'IEC (régional, local et national) en faveur du Vositse.

Problèmes majeurs et les moyens de les surmonter

- Caractéristiques de l'espèce: rat, nocturne, petit
 - o Insister sur les caractères spéciaux de l'espèce: endémicité, sauteur, forme de lapin, dissémination de graines
 - o Personnaliser l'espèce (par exemple donner un nom amusant..)
- Comment convaincre le personnel du Service des Eaux et Forêts
 - o Impliquer les agents dans les différentes activités relatives à la protection de Vositse
- Manque de moyens: personnel (nombre et qualité), matériels, financiers
 - o Le CIREF dispose d'équipements, mais il lui manque le frais de fonctionnement
 - o Identifier des personnes qui pourraient se spécialiser en 'Information/Education/Communication'
 - o Formation des agents

Actions immédiates proposées:

- Présenter les résultats du PHVA à des personnes-clés du Menabe (à Morondava et au niveau des communes concernées).
- Tenir des ateliers par zone (nord et sud) qui réunissent les villages concernés, les autorités et techniciens pour démarrer un consensus sur l'élaboration d'un dina (loi/convention locale) en faveur de Vositse et de son habitat.
- Former les instituteurs des écoles en se concentrant sur le Vositse.
- Formuler une instruction permanente à des verbalisateurs pour que le contenu de leurs procès-verbaux tiennent compte de l'impact sur la vie des animaux sauvages.
- Impliquer les techniciens forestiers dans les différentes activités de protection de l'espèce.

- Encourager M. de Heaulme à développer et mettre en oeuvre un plan d'aménagement de sa concession pour ne pas perdre sa grande valeur (biodiversité, forêts, Vositse, ...) avec zone de conservation, zone de droits d'usage, etc. à gérer avec la population locale.
- Réunions d'évaluation semestrielle du progrès et planification des membres du groupe d'action de Vositse (août et février).

Recommandation 4. Application et amendement de la législation forestière ; mise en œuvre du plan directeur forestier régional ; renforcement et appui au niveau de services des Eaux et Forêts pour faire de prospections, visites, contrôle ou suivi dans la zone.

Problèmes majeurs et les moyens pour les surmonter

- manque de budget de fonctionnement
 - o Lobbying des bailleurs de fonds par les organisations impliquées.
- déroulement du processus pour changer un statut d' une espèce.
- Non motivation des agents de l'Etat à l' origine des indisciplines.
 - o Motiver les agents forestières, les équiper des matériels de suivi au terrain.
 - o Sanctions des indisciplinés

Actions immédiates proposées

- élaborer un statut
- soumettre les résultats du PHVA aux ministères des Eaux et Forêts, de l' Environnement en intégrant directement les ministres

Autres actions proposées

- appliquer et amender la législation forestière, renforcer et appuyer le service des Eaux et Forêts.
- Changer le statut de Vositse en espèce protégée.
- Engager des agents de protection de la nature dans les communes entre Morondava et Belo sur Tsiribihina où les Vositse existent encore.

Recommandation 5. Renforcer les études sur l' espèce pour avoir plus d'informations.

Problèmes majeurs et les moyens de les surmonter

- Financement
 - o Lobbying des bailleurs de fonds par les organisations impliquées.
- Insuffisance des expertises malgaches et infrastructure (exp. Labo, ...)
 - o Formation
 - o échange d' expertises nationales – internationales
 - o sélection des chercheurs motivés.
- croyance – coutume
 - o éducation et sensibilisation

Actions immédiates à entreprendre

- développer un plan de recherche (par DURRELL et UNIV. HAMBURG).
- descente sur terrain dans le but de valoriser les résultats de l' Atelier.
- Réunion de réflexion avec CFPPF Morondava à propos d'échange d'expertises.
- Publication et diffusion immédiates au niveau local, national et international des résultats de l' Atelier.
- réunion de réflexion à l' Université de Tana à propos de l'échange de formation et d' information.

Autres actions à entreprendre

- Etudier le déclin et des facteurs limitant l'aire de distribution de l'espèce.
- Chercher au maximum les sites probables où l'espèce est présente.
- Faire des suivis des zones et les terriers repérés.
- Continuer les analyses génétiques.
- Déterminer plus précisément l'alimentation de l'espèce.
- Déterminer la relation entre l'exploitation forestière et le déclin de la population.

Recommandation 6. Intégrer la protection des zones de Vositse dans un plan de développement et plate-forme de concentrations.

Problèmes majeurs (et comment les surmonter)

- Intérêt économique/personnel contre Conservation de Vositse
- Plan de développement et plate-forme de concertation
- Comment convaincre les gens de diminuer la circulation des chiens, la coupe de bois et le défrichage
- Plan de gestion de terroir avec zonage en faveur de l'habitat de Vositse élaboré par les villageois, appuyé et approuvé par les services techniques et les autorités locales.
- Orienter les activités alternatives aux pressions déjà planifiées ou en cours en faveur des zones de Vositse (PDFR – Plan Directeur Forestier Régional; PRDR – Plan Régional pour le Développement Régional; SAHA – Sahan'asa Hampandrosoana ny Ambanivohitra, etc).

Actions immédiates proposées:

- Impliquer les techniciens forestiers dans les différentes activités de protection de l'espèce.

Recommandation 7. Assurer un filet de sécurité en captivité (y compris un parc zoologique pour sauvegarder l'espèce) et pour restockage et sensibilisation.

Problèmes majeurs et les moyens de les surmonter

- on ne peut pas faire un développement d'une population captive de 100 individus à M/car.
 - problème de superficie
 - problème de financement
- besoin d'une cinquantaine d'institutions pour la réaliser.
- besoin de capturer de nouveaux individus parmi la population sauvage.
- Excès d'animaux
- sécurité contre les prédateurs
 - Lobbying des institutions.
 - Programme de contraception
 - Grillage très haut et pare-fosa.

Actions immédiates proposées

- prendre des conseils des Parcs Zoologiques qui ont déjà l'expérience d'élevage de Vositse sur la faisabilité de l'élevage en captivité par la création d'un filet de sécurité.

Autres actions proposées

- idéalement à Madagascar: commencer avec 25-30 individus pour développer au moins une population de 100 individus.

Evaluation de la Viabilité des Populations et des Habitats (PHVA) de *Hypogeomys antimena* (Vositse)

Mantaoa, Madagascar
20 –25 MAI 2001



Partie IV

ANNEXES

**VERSION FINALE
Juillet 2002**

Annexe 1- Liste des Participants

1. RAKOTOMBOLOLONA William Francisco, Durrell Wildlife Conservation Trust
2. RAKOTONANDRASANA Jean Michel, Circonscription des Eaux et Forêts/ Morondava
3. RAKOTONIRINA, (ex) Centre de Formation Professionnelle Forestière/Morondava
4. RAHARINOMENJANAHARY Vololoniaina, Centre de Formation Professionnelle Forestière /Morondava
5. SOLO, Président de l'Union de Gestion Participative-Forêt Morondava
6. JEANNOT Jules, Maire de Beroboka Nord
7. ANDRIAMBOLOLONA Lanto H., Président, Comité Régional de Développement- Morondava
8. RAKOTONIRINA Victor Solo, Ministère des Eaux et Forêts
9. RASOLOFO Voahirana, Office National pour l'Environnement
10. TOTO Volahy Anselme, Durrell Wildlife Conservation Trust
11. DE HEAULME Jean, Réserve de Berenty
12. DURBIN Joanna, Durrell Wildlife Conservation Trust
13. LEWIS Richard, Durrell Wildlife Conservation Trust
14. SOMMER Simone, Université de Hambourg, l'Allemagne

Annexe 2- Sommaire des Processus

Sommaire des Processus

L'atelier PHVA a inclus 14 personnes (consultez la liste des participants) représentant des gestionnaires de ressources, des scientifiques aux niveaux régional, national et international et des gens du gouvernement local. Les processus se sont déroulés pendant trois jours après un atelier CAMP d'un jour, pendant lequel les principales menaces du rat sauteur ont été identifiées. L'espèce a alors été classée gravement menacée et a été mise sur la Liste Rouge de l'IUCN. L'animatrice de CBSG (Frances Westley) a ouvert l'atelier en soulignant les règles de participation et le besoin du groupe de choisir un rapporteur, un animateur. Elle a offert de jouer le rôle d'animatrice de plénière, de suggérer un processus que le groupe a suivi et de faire la synthèse de quelques points de transition dans le processus.

Le processus suggéré était le suivant :

1. Introduction autour de la table et identification de la langue de choix (français ou anglais)
2. Présentation par chaque participant de ses réponses à trois questions: a) leur but pour l'espèce; b) leur but pour l'atelier; c) le problème clé pour l'espèce
3. Synthèse des déclarations de buts, en déclaration du groupe
4. « Diagramme d'idées » ou « Mind map » représente toutes les causes du déclin de l'espèce
5. Sélection des causes principales
6. Division en deux groupes pour faire l'analyse plus profond des causes
7. Plénière pour partager l'analyse des groupes de travail et les découvertes
8. Plénière pour engendrer des stratégies alternatives
9. Division des stratégies en groupe
10. Donner la priorité à certaines stratégies pour développement supplémentaire y compris des actions immédiates à prendre.
11. Plénière pour engendrer des recommandations clés
12. Compléter le rapport

Premier jour :

1. Introduction

Après les introductions, c'était clair que la plupart des gens préférerait que l'atelier soit conduit en français. Deux participants préféraient le Malagasy et on a fait des arrangements pour que les procédés soient traduits.

2. Présentation

Les participants étaient chargés d'écrire leurs réponses aux trois questions:

- Quel est votre but en ce qui concerne cette espèce ? Disons, quel serait l'idéal en ce regard ?
- Quel est le but de cet atelier à votre avis –quelle conséquence voudriez-vous voir à cause de cet atelier ?

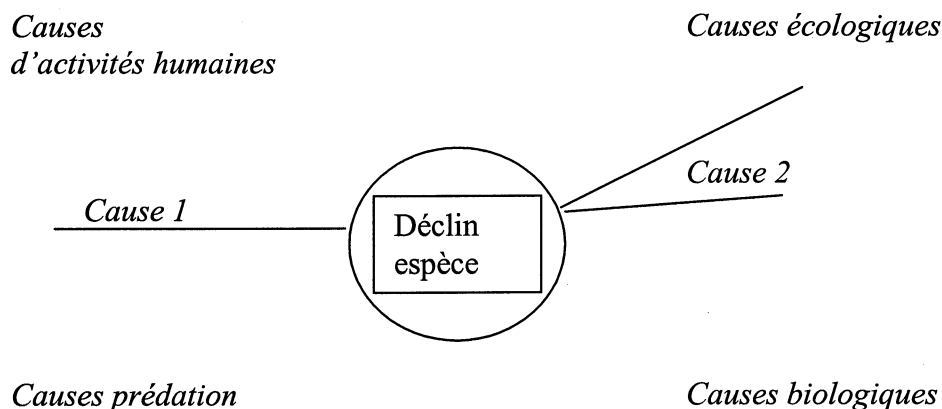
- Quel est, en votre avis, le problème clé pour cette espèce, qu'on vient pour résoudre ici ?
- Après avoir écrit leur réponse chaque participant a communiqué sa réponse à son tour. Toutes les réponses de chaque question étaient écrites sur le « flip chart ».

3. Synthèse

Le groupe a travaillé ensemble pour créer une déclaration de leur but commun pour l'espèce. L'animateur n'a fait aucune intervention que de conseiller pour ne pas confondre les moyens avec les buts.

4. « Diagramme d'idées » ou « Mind Map »

L'animateur a construit un grand affiche avec un cercle au centre. Ecrit dans le cercle étaient les mots : *déclin du rat géant sautant*. Au bord extérieur de l'affiche était écrit *causes écologiques, causes biologiques, causes d'activités humaines économiques et politiques, prédation*. Le groupe a passé quarante-cinq minutes à identifier toutes les causes de déclin et en indiquant s'il y avait des liens entre les causes. L'activité a créé un schéma comme ci-dessous :



5. Sélection des causes principales

Chaque participant dans le groupe a pris cinq petites fiches ou « stickers » pour indiquer quelles causes il/elle identifiait comme la plus importante. Les causes avec le plus de « stickers » étaient sélectionnées pour une analyse supplémentaire. Le groupe a décidé que les causes importantes tombaient en deux catégories: celles qui concernent le défrichement et dégradation d'habitat des Vositse et celles qui concernent les activités humaines (exploitation etc.). Le groupe a décidé de diviser en deux groupes pour faire une analyse plus profonde.

Deuxième jour :

6. Analyse plus profond des causes

Les deux groupes de travail ont été chargés de commencer avec une description de situation actuelle. A la fin de la matinée les deux groupes se rejoindraient pour partager leurs analyses. A cette transition, l'animateur a présenté la synthèse.

Cette synthèse a réussi à identifier des questions pour une analyse plus approfondie. Les deux groupes ont retravaillé sur cette seconde analyse. Un troisième groupe a travaillé à entrer des données pour une simulation avec le logiciel « Vortex ». L'objectif est d'évaluer le taux d'extinction de Vositse. L'animateur a encouragé le groupe « habitat » a utilisé une carte pour indiquer toutes les aires d'exploitation et les autres activités humaines. L'animateur a encouragé le groupe qui analysait les activités humaines à créer un schéma des causes et à pousser cette analyse pour indiquer les causes de base. Alors, chaque groupe a pris chacune des cinq activités (défrichage, circulation dans la forêt, layons, exploitation, prédation) et a créé un schéma (Voir l'annexe 5). A la fin, l'animateur a aidé le groupe à élaborer le schéma intégral des causes qui sont inclus dans le rapport sommaire. A la fin de la journée, les trois groupes se sont rejoints pour restituer leur travail respectif.

Troisième jour :

Le matin de la troisième journée, le groupe s'est réuni pour faire un « brain storming » afin de trouver les solutions possibles ainsi que les stratégies alternatives pour améliorer la situation. Une grande liste de suggestions était créée. L'animateur a alors suggéré de les catégoriser pour une première division des suggestions en groupe (aire de protection, gouvernance locale, recherches scientifiques, gestion d'espèce sauvage et en captivité, éducation et communication, législation nationale et économique). Les suggestions particulières sont incluses en Annexe 8. En utilisant ces catégories, le groupe a distribué les suggestions particulières. Une deuxième discussion a permis au groupe de créer des liens entre les catégories « recherches scientifiques, aire protection, gestion d'espèce et législation nationale » dans un groupe et « éducation et communication, gouvernance locale » dans l'autre. On a ainsi coupé les affiches du flip chart afin de pouvoir grouper toutes les suggestions au sein de chaque sous-groupe. Les deux sous-groupes ont commencé en procédant à une priorisation des suggestions (avec les « stickers ») pour déterminer où commencer. Après cela, chaque groupe a travaillé jusqu'à la fin de l'après-midi en considérant ces trois questions :

- *Comment est ce qu'on doit mettre en œuvre ces solutions ?*
- *Quelles sont les obstacles et comment peut-on les surmonter ?*
- *Quelles sont les étapes immédiates à faire et qui vont le faire ?*

Juste après la pause et avant le dîner, le groupe était s'est regroupé pour partager les résultats de leur travail.

Quatrième jour :

Le groupe s'est réuni de nouveau pour prioriser les solutions développées. On a utilisé un processus de rangement pour arriver à la liste incluse dans le rapport. Le reste de la journée et le matin de la dernière journée, on a travaillé en groupe sur le rapport sommaire.

Annexe 3- Buts et Problèmes clés

1. QUEL EST VOTRE BUT EN CE QUI CONCERNE L'ESPECE?

- Sauver le Vositse et l'aider à résoudre le problème de réduction de l'aire de sa distribution.
- Arrêter le déclin de Vositse.
- Augmenter la population de Vositse et maîtriser les facteurs qui provoquent la diminution de la population.
- Pérenniser la population et son habitat.
- L'élevage de Vositse et l'éducation de la population locale.
- Préserver l'espace dans son habitat naturel.
- Sauvegarder et préserver le Vositse.
- Eviter la disparition de Vositse.
- Classer le Vositse parmi les espèces protégées et transformer son habitat naturel en aire protégée.
- Améliorer la vie de l'espèce.
- Mieux connaître l'espèce.
- Arrêter le déclin, augmenter la population et augmenter la distribution.
- Stopper le déclin et assurer le maintien de l'espèce dans son habitat naturel à long terme.
- Alerter l'opinion locale/nationale/internationale sur les problèmes de Vositse et prendre des dispositions adéquates.

SYNTHESE

NOTRE BUT EST D'ARRETER LE DECLIN DE L'ESPECE ET DE PERENNISER LA POPULATION ET SON HABITAT NATUREL

2. QUEL EST LE BUT DE CET ATELIER A VOTRE AVIS?

- Enoncer tous les problèmes de Vositse.
- Identifier les stratégies potentielles pour arrêter le déclin.
- Chercher et trouver la solution pour atteindre notre but.
- Révisions des statuts de tous les animaux.
- Empêcher l'exploitation dans les forêts de Vositse.
- Identifier une stratégie pour impliquer les gestionnaires de la forêt dans la préservation de Vositse.
- Connaître les problèmes et les menaces qui pèsent sur l'espèce pour adopter une stratégie de conservation.
- Déterminer des actions en faveur de l'espèce et attirer l'attention des bailleurs, scientifiques et autorités malgaches vers le Vositse.
- Créer des solutions efficaces et durables pour éviter l'extinction de Vositse.
- Des idées convaincantes doivent sortir de cet atelier pour les décideurs à différents niveaux.
- Obtenir des outils de gestion de conservation par le développement de base de données.

- Catalyser la concertation entre les acteurs clés et la planification des actions concrètes pour le maintien de la biodiversité de Menabe.
- Vositse devient une espèce phare ou « flagship species » afin de protéger une aire de forêt assez grande pour conserver cette espèce et l'ensemble de la biodiversité (par ex. Plan de gestion de Kirindy).

3. QUEL EST LE PROBLEME CLE QU'ON DOIT RESOUDRE?

- Réduction de la surface vitale et fragmentation de la population.
- Quelles sont les causes du déclin ?
- Destruction de l'habitat et les facteurs limitant.
- Méconnaissance des causes de la diminution de la population.
- Les gens ne devraient pas garder les chiens.
- Réduction de son habitat.
- Pourquoi la population de Vositse est en déclin ?
- La faible reproduction de Vositse.
- Le problème de dégradation du sol, de défrichement, de feux de brousse.
- L'absence de législation qui pourrait sauver cette espèce.
- L'insuffisance de recherche sur l'espèce.
- Arrêter la dégradation et la fragmentation de la forêt primaire.

Annexe 4- Causes de Déclin

CAUSES DUES AUX ACTIVITES HUMAINES/ECONOMIQUES

- Culture sur brûlis **
- Exportation de maïs
- Exploitation forestière *****
- Investissement international
- Pâturage dans la forêt
- Abattage de sous-bois
- Propagation de feu
- Exploitation/prospection pétrolière **
- Création des layons
- Investissement international *
- Immigration des gens **
- Projet aquacole
- Investissement international *
- Circulation dans la forêt ***
- Ecrasement par les voitures
- Perturbation par les voitures

CAUSES SOCIALES/CULTURELLES

- Non-considération parce que c'est un rat
- Statut légal national de gibier *

CAUSES PREDATION

- Chiens *****
 - Campement dans la forêt pour la chasse
 - Chasse nocturne de sanglier
- Fosa **
- Serpents

CLIMAT

- Cyclone
 - Inondation *
- Sécheresse de Madagascar

CAUSES ECOLOGIQUES

- Utilisation des produits pesticides

HABITAT

- Dégradation de qualité de l'habitat *****
- Diminution de l'aire d'habitat*
- Défrichement de l'habitat *****
 - Fragmentation de l'habitat
- Extraction des grands arbres ***

CAUSES BIOLOGIQUES

- Faible taux de reproduction ***
- Indisponibilité de la nourriture **
- Facilement stressé
- Fragmentation de la population ****
 - Besoin de sol sablonneux
- Maladie/parasites
 - Maladie épidémique ?

GENETIQUES

- Consanguinité **
 - Monogamie
 - Territorialité
 - Diminution de l'habitat
 - Ils se battent pour défendre le territoire
 - Réduction de la variabilité génétique

Annexe 5- Analyses de Causes de base

Défrichement :

Le défrichement peut apparaître à cause de :

- Insuffisance de l'eau
- Non maîtrise de l'eau
- Source de revenus peu diversifiée
- Manque de personnel, matériel → non-application de la législation →
- Manque d'encadrement technique → mauvaise gestion des produits et des stocks
- Insuffisance de matériel → Faible fertilité du sol
- Migration → Explosion démographique → besoin en terre à cultiver,
- Exportation de maïs → Culture de maïs

Prédation par les chiens :

- Activité commerciale locale → Chasse → Campement pour la chasse
- Campement près ou dans la forêt
- Surpopulation des chiens dans les villages → chiens qui deviennent sauvages

Exploitation légale et illicite forestière, coupe et collecte de bois au niveau de la forêt.

- Construction de maison, bateau, boutre, clôture + bois de chauffe + charbon → Besoin en bois
- Manque d'éducation, information et de communication → Responsabilisation villageoise insuffisante
- Investissement intéressant (commerce national et international) → Source de revenu rapide
- Non-application de la législation
- Insuffisance de plan de gestion de la forêt
- Manque de personnel – non-application de la législation
- Vision à court terme → Intérêt personnel → Source de revenu rapide
- Charbon → Source de revenu rapide

Présence de layons et la circulation

- Prospection pétrolière
- Exploitation forestière
- Chasse
- Développement de l'écotourisme
- Elevage extensif → Pâturage et circulation des zébus
- Route Nationale
- Chasse

Annexe 6- Synthèse des Causes

➤ Causes Economiques :

1) Marché ou activités commerciales

International

bois

maïs

National

bois

maïs

Local

bois

viande

Besoin de source de revenu rapide

Exploitation

2) Source de revenu peu diversifiée

Besoin de source de revenu rapide

Exploitation

3) Immigration

Explosion démographique

Demande de terrain, nourriture, bois, ressources

Besoin de source de revenu rapide

Exploitation

4) Vision économique à court terme

Intérêt personnel

Besoin de source de revenu rapide

Exploitation

5) Manque de personnel et de matériel

Manque d'encadrement technique et technologique

Faible rendement et faible fertilité du sol

Défrichement

➤ **Causes Socioculturelles**

- 1) Explosion démographique
Immigration
Demande de terrain, nourriture, bois, ressources
Besoin de source de revenu rapide
Exploitation
- 2) Gestion participative des forêts
Ce qui pourrait faire diminuer le **défrichement**
- 3) Surpopulation des chiens dans les villages
Circulation des chiens dans la forêt
Prédation
- 4) Chasse des tenrecs (campement dans la forêt)
Circulation des chiens dans la forêt
Prédation
- 5) Manque d'Information, Education et de Communication
Responsabilisation insuffisante des villageois
Exploitation

➤ **Causes écologiques**

- 1) Sécheresse
Non maîtrise de l'eau
Faible fertilité du sol
Défrichement

➤ **Causes techniques**

- 1) Mauvaise gestion
Faible rendement
Faible fertilité du sol
Défrichement
- 2) Technique de cultures
Faible fertilité du sol
Défrichement
- 3) Non-application de plan de gestion de la forêt
Exploitation

➤ **Causes politiques**

- 1) Non-application de plan de gestion de la forêt
Responsabilisation insuffisante des villageois
Exploitation
- 2) Non-application de la législation
Exploitation
- 3) Manque de personnel et de matériel
Manque d'encadrement technique et technologique
Faible fertilité du sol
Défrichement

Annexe 7 – Fichier de Données à traiter pour les calculs de VORTEX

1) Voulez-vous considérer le problème de cosanguinité ? Oui ou Non _____

Oui, si vous pensez que la cosanguinité pourrait mener à une réduction de la fertilité ou la survie

Non, si vous pensez que la cosanguinité ne causerait aucun impact négatif

Si la réponse à la première question est « Oui », alors nous devons expliquer les impacts de la cosanguinité en répondant aux questions suivantes:

1A) Combien d'équivalents mortels y a-t-il dans votre population ? _____

L'« équivalent mortel » est une mesure de la gravité des conséquences de la cosanguinité dans la survie des juvéniles. La valeur médiane rapportée par Ralls et al. (1988) pour une population de mammifères de 40 individus est 3,14. L'échelle rapportée dans les publications pour les mammifères est de 0,0 (aucune conséquence de la cosanguinité sur la survie) à 15 environ (la plupart des progénitures issues de parents cosanguins meurent).

1B) Quelle proportion de tous les équivalents mortels est causée par les allèles récessifs mortels? _____

Cette question montre combien il est facile pour la sélection naturelle de supprimer les gènes défectueux si la cosanguinité persiste pendant plusieurs générations (et la population n'a pas encore disparu). En d'autres termes, comment la population s'adapte-t-elle à la cosanguinité? Ce qu'on entend vraiment par la question est la suivante: quelle fraction de gènes responsables du problème de cosanguinité serait supprimée par sélection depuis plusieurs générations? Malheureusement, il y a peu de données sur les mammifères concernant cette question; toutefois, les données sur les drosophiles et les rongeurs supposent que près de 50% de la suite totale des impacts de la cosanguinité sont dus, en moyenne, aux allèles mortels.

2) Voulez-vous que la variation environnementale dans la reproduction soit mise en corrélation avec la variation dans la survie? Oui ou Non _____

Une réponse « Oui » signifierait que les bonnes années de reproduction sont de bonnes années de survie et les mauvaises années de reproduction sont les mauvaises années de survie. Un « Non » signifierait que les fluctuations annuelles en reproduction et en survie sont indépendantes.

3) Système de reproduction: Monogame ou Polygame? _____

4) A quel âge les femelles commencent-elles à se reproduire? _____

5) A quel âge les mâles commencent-ils à se reproduire? _____

Pour chaque sexe, nous devons préciser l'âge auquel l'animal typique donne sa première portée. L'âge auquel ils « commencent à se reproduire » se réfère à l'âge où les petits sont vraiment nés, et non l'âge où les parents s'accouplent.

6) Age maximum de reproduction (d'habitude c'est l'espérance de vie dans la nature)? _____

Quand commencent-ils à être sénescents du point de vue reproductif ? VORTEX permet de simuler la reproduction jusqu'à cet âge maximum (s'ils arrivent à vivre aussi longtemps).

7) Quel est le ratio du sexe des petits à la naissance ?
Quelle est la proportion de descendants mâles durant l'année?

8) Quelle est la taille maximum de la portée?

9) Quelle est la proportion des femelles adultes qui donnent des petits dans une année normale ?

10) Quelle est la variation de la proportion de femelles qui se reproduisent à travers les années ?
L'idéal serait d'avoir une valeur précise comme un écart-type de la proportion de femelles qui se reproduisent. Si des données quantitatives à long-terme manquent, nous pouvons estimer cette variation à plusieurs façons. Au niveau intuitif le plus simple, dans 67% environ des années la proportion des femelles adultes qui se reproduisent entrerait dans 1 écart-type de la moyenne, alors (moyenne) + Ecart-Type pourrait représenter le taux de reproduction dans une année typiquement « bonne », et (moyenne) - Ecart-Type pourrait être le taux de reproduction dans une année typiquement « mauvaise ».

11) De toutes les portées qui sont mises bas dans une année donnée, quel pourcentage est composé de...

1 progéniture? _____

2 progénitures? _____

3 progénitures? _____

4 progénitures? _____

(et ainsi de suite jusqu'au nombre maximum de portées).

12) Quel est le pourcentage de survie des femelles ...

de la naissance à 1 an _____

de 1 an à 2 ans _____

de 2 ans à 3 ans _____ (pas besoin de répondre s'ils commencent à se reproduire à 2 ans)

de x ans à x +1 ans, pour les adultes _____

13) Quel est le pourcentage de survie des mâles ...

de la naissance à 1 an _____

de 1 an à 2 ans _____

de 2 ans à 3 ans _____ (pas besoin de répondre s'ils commencent à se reproduire à 2 ans)

de x ans à x +1 ans, pour les adultes _____

14) Pour chacun des taux de survie mentionnés ci-dessus, sélectionnez la variation à travers les années comme un écart type:

Quel est l'écart type dans le taux de survie pour les femelles ?

de la naissance à 1 an _____

de 1 an à 2 ans _____

de 2 ans à 3 ans _____ (pas besoin de répondre s'ils commencent à se reproduire à 2 ans)

de x ans à x +1 ans, pour les adultes _____

Quel est l'écart type dans le taux de survie pour les mâles ?

de la naissance à 1 an _____

de 1 an à 2 ans _____

de 2 ans à 3 ans _____ (pas besoin de répondre s'ils commencent à se reproduire à 2 ans)

de x ans à x+1 ans, pour les adultes _____

15) Combien de types de catastrophes devraient figurer dans les modèles?

Vous pouvez prendre comme modèle des épidémies ou d'autres types de désastre qui pourraient tuer les individus ou causer d'importants problèmes de reproduction dans des années sporadiques.

16) Pour chaque type de catastrophe pris en considération dans la Question 15), quelle est la probabilité d'occurrence? _____

(c.à.d quelle est la fréquence de la catastrophe dans un intervalle de temps donné, disons, 100ans?)

Quel est le taux de reproduction dans une année catastrophique par rapport à la reproduction dans les années normales? _____

(c.à.d 1,00 = pas de diminution de la reproduction; 0,75 = 25% de diminution; 0,00 = pas de reproduction)

Quel est le taux de survie dans une année catastrophique par rapport à la survie dans des années normales? _____

(c.à.d 1,00 = pas de diminution de la reproduction; 0,75 = 25% de diminution; 0,00 = pas de reproduction)

17) Est-ce que tous les mâles adultes sont dans le « Pool »? des reproducteurs potentiels chaque année? Oui ou Non _____

(Y a-t-il des mâles qui sont exclus du groupe de reproducteurs disponibles car ils sont socialement empêchés de maintenir des territoires, sont stériles, ou bien sont empêchés d'avoir des partenaires?)

18) Si vous avez répondu par « Non » à la question 17), alors répondez au moins à une de ces questions:

Quel pourcentage de mâles adultes est disponible pour la reproduction chaque année? _____
ou

Quel pourcentage de mâles adultes engendre une portée chaque année? _____
ou

Combien de portées sont engendrées par le mâle reproducteur (de ceux qui ont engendré au moins une portée)? _____

19) Quelle est la taille actuelle de la population? _____

(Nous supposons que la population commence à une « répartition stable d'âge » au lieu de spécifier les âges des individus dans la population actuelle.)

20) Quelle est la capacité de charge de l'habitat? _____

(Combien d'animaux pourrait supporter l'habitat existant?)

(Nous supposons qu'il n'y a pas de variation de la qualité de l'habitat au fur à mesure que le temps évolue)

21) Est-ce qu'on perdra ou gagnera l'habitat au fur et à mesure que le temps évolue? Oui ou Non _____

Si vous avez répondu par Oui à la question 21), alors ...

22) Sur combien d'années l'habitat sera-t-il perdu ou gagné? _____

23) Quel est le pourcentage d'habitat perdu ou gagné chaque année? _____

24) Des animaux seront-ils retirés de la population sauvage (pour soutenir la population introduite en captivité ou pour d'autres raisons)?

Oui ou Non _____

Si « Oui », alors,

A combien d'année(s) d'intervalle? _____

Pour combien d'années? _____

Combien de femelles âgées de 0-1 an? _____ de femelles âgées de 1-2 ans? _____
de femelles âgées de 2-3 ans? _____ de femelles adultes? _____ seront retirées à
chaque fois.

Combien de mâles âgés de 0-1 an? _____ de mâles âgés de 1-2 ans? _____
de mâles âgés de 2-3 ans? _____ de mâles adultes _____ seront retirés à chaque fois.

25) Est-ce qu'on rajoutera des animaux à la population? (de ceux en captivité, etc.) Oui ou Non

Si « Oui », alors

A combien d'année(s) d'intervalle? _____

Pour combien d'années? _____

Combien de femelles âgées de 0-1 an? _____ de femelles âgées de 1-2 ans? _____
de femelles âgées de 2-3 ans? _____ de femelles adultes? _____ seront rajoutées à
chaque fois?

Combien de mâles âgés de 0-1 an? _____ de mâles âgés de 1-2 ans? _____
de mâles âgés de 2-3 ans? _____ de mâles adultes seront rajoutés à chaque fois.

N.B.: VORTEX peut élaborer un modèle pour des taux démographiques beaucoup plus compliqués si un utilisateur pense qu'on a besoin d'être plus spécifique. Par exemple, les taux de reproduction et les taux de survie pourraient être spécifiés en fonction de l'âge. Si vous aimeriez en savoir plus sur cette autre flexibilité, veuillez contacter Philip Miller, Program Officer de CBSG <pmiller@cbsg.org> ou consulter le manuel Vortex.

Annexe 8 – Fichier de Résultats des Calculs de VORTEX ("Output file" pour l'évaluation du statut IUCN de *H. antimena*)

VORTEX 8.41 -- simulation of genetic and demographic stochasticity

HYPO_060.OUT

Fri May 25 08:35:02 2001

2 population(s) simulated for 40 years, 500 iterations

Extinction is defined as no animals of one or both sexes.

No inbreeding depression

Minimum age at dispersal is 1.

Maximum age at dispersal is 5.

Both females and males disperse.

Percent survival during dispersal = 50.000000

Multiplier or modifier function for dispersal = 1.000000

Dispersal matrix:

	North	South
North		0.010
South	0.010	

First age of reproduction for females: 2 for males: 1

Maximum breeding age (senescence): 7

Sex ratio at birth (percent males): 50.000000

Population: North

Long-term Monogamous mating; all adult males in the breeding pool.

100.00 percent of adult females produce litters.

EV in % adult females breeding = 5.00 SD

Of those females producing litters, ...

60.00 percent of females produce litters of size 1

40.00 percent of females produce litters of size 2

58.00 percent mortality of females between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

13.00 percent mortality of females between ages 1 and 2

EV in % mortality = 3.000000 SD

% mortality of adult females ($2 \leq \text{age} \leq 7$) = $(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$

EV in % mortality = 5.000000 SD

58.00 percent mortality of males between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

% mortality of adult males ($1 \leq \text{age} \leq 7$) =
 $(13*(A=2))+(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$
 EV in % mortality = 5.000000 SD

EVs may be adjusted to closest values possible for binomial distribution.
 EV in mortality will be concordant among age-sex classes
 but independent from EV in reproduction.
 Correlation of EV among populations = 0.500000

Type 1 catastrophes are local.
 Frequency of type 1 catastrophes: 1.000 percent
 multiplicative effect on reproduction = 1.000000
 multiplicative effect on survival = 1.000000

Initial size of North: 5120
 (set to reflect stable age distribution)

Age	1	2	3	4	5	6	7	Total	
	509	461	417	379	343	312	282	2703	Males
	509	401	363	330	298	271	245	2417	Females

Carrying capacity = 5120
 with a 14.300 percent decrease for 25 years.
 EV in Carrying capacity = 0.00 SD

Deterministic population growth rate
 (based on females, with assumptions of
 no limitation of mates, no density dependence, no functional dependencies, and no inbreeding depression)

$r = 0.098$ $\lambda = 1.103$ $R_0 = 1.535$
 Generation time for: females = 4.36 males = 3.80

Stable age distribution:

Age class	females	males
0	0.171	0.171
1	0.065	0.065
2	0.051	0.059
3	0.047	0.054
4	0.042	0.049
5	0.038	0.044
6	0.035	0.040
7	0.031	0.036

Ratio of adult (≥ 1) males to adult (≥ 2) females: 1.416

Population: South
 Long-term Monogamous mating; all adult males in the breeding pool.

100.00 percent of adult females produce litters.
 EV in % adult females breeding = 5.00 SD

Of those females producing litters, ...
 60.00 percent of females produce litters of size 1
 40.00 percent of females produce litters of size 2

58.00 percent mortality of females between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

13.00 percent mortality of females between ages 1 and 2

EV in % mortality = 3.000000 SD

% mortality of adult females ($2 \leq \text{age} \leq 7$) = $(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$

EV in % mortality = 5.000000 SD

58.00 percent mortality of males between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

% mortality of adult males ($1 \leq \text{age} \leq 7$) =

$(13*(A=2))+(21*(A=3))+(40*(A=4))+(68*(A=5))+(71*(A=6))+(100*(A=7))$

EV in % mortality = 5.000000 SD

EVs may be adjusted to closest values possible for binomial distribution.

EV in mortality will be concordant among age-sex classes

but independent from EV in reproduction.

Correlation of EV among populations = 0.500000

Type 1 catastrophes are local.

Frequency of type 1 catastrophes: 1.000 percent

multiplicative effect on reproduction = 1.000000

multiplicative effect on survival = 1.000000

Initial size of South: 6450

(set to reflect stable age distribution)

Age	1	2	3	4	5	6	7	Total	
	641	581	526	477	432	392	356	3405	Males
	641	505	458	415	376	341	309	3045	Females

Carrying capacity = 7800

with a 4.400 percent decrease for 25 years.

EV in Carrying capacity = 0.00 SD

Deterministic population growth rate

(based on females, with assumptions of

no limitation of mates, no density dependence, no functional dependencies, and no inbreeding depression)

$r = 0.098$ $\lambda = 1.103$ $R_0 = 1.535$

Generation time for: females = 4.36 males = 3.80

Stable age distribution: Age class females males

0	0.171	0.171
1	0.065	0.065
2	0.051	0.059
3	0.047	0.054
4	0.042	0.049
5	0.038	0.044
6	0.035	0.040

7 0.031 0.036

Ratio of adult (≥ 1) males to adult (≥ 2) females: 1.416

Population 1: North

Year 2

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 4005.69 (13.29 SE, 297.23 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 4005.69 (13.29 SE, 297.23 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 5830.46 (14.05 SE, 314.15 SD)

Year 4

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 2922.09 (1.47 SE, 32.85 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 2922.09 (1.47 SE, 32.85 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 3626.68 (3.24 SE, 72.43 SD)

Year 6

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 1459.04 (0.93 SE, 20.78 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 1459.04 (0.93 SE, 20.78 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 1880.95 (1.43 SE, 32.02 SD)

Year 8

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 10

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 12

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 14

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 16

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 18

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 20

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 22

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 24

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 26

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 28

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 30

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 32

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 34

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 36

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 38

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 40

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

In 500 simulations of North for 40 years:
500 went extinct and 0 survived.

This gives a probability of extinction of 1.0000 (0.0000 SE),
or a probability of success of 0.0000 (0.0000 SE).

500 simulations went extinct at least once.
Median time to first extinction was 8 years.
Of those going extinct,
mean time to first extinction was 8.00 years (0.00 SE, 0.00 SD).

Means across all populations (extant and extinct) ...
Mean final population was 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Age 1	Adults	Total
	0.00	Males
0.00	0.00	0.00 Females

Across all years, prior to carrying capacity truncation,
mean growth rate (r) was -0.0557 (0.0013 SE, 0.0814 SD)

Population 2: South

Year 2

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 5091.63 (19.28 SE, 431.19 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 5091.63 (19.28 SE, 431.19 SD)

Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 7382.42 (19.93 SE, 445.62 SD)

Year 4

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 4821.83 (26.87 SE, 600.87 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 4821.83 (26.87 SE, 600.87 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 5336.93 (20.09 SE, 449.30 SD)

Year 6

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 4436.40 (29.55 SE, 660.68 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 4436.40 (29.55 SE, 660.68 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 4054.58 (18.15 SE, 405.92 SD)

Year 8

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 4128.83 (30.60 SE, 684.25 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 4128.83 (30.60 SE, 684.25 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 3253.13 (16.32 SE, 364.92 SD)

Year 10

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3794.86 (28.47 SE, 636.52 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3794.86 (28.47 SE, 636.52 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 2674.17 (14.29 SE, 319.54 SD)

Year 12

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3429.08 (23.56 SE, 526.71 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3429.08 (23.56 SE, 526.71 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)

Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 2231.13 (12.04 SE, 269.16 SD)

Year 14

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3011.89 (17.70 SE, 395.88 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3011.89 (17.70 SE, 395.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 1871.45 (9.70 SE, 216.90 SD)

Year 16

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 2527.06 (10.37 SE, 231.88 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 2527.06 (10.37 SE, 231.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 1559.25 (7.14 SE, 159.56 SD)

Year 18

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 1946.41 (3.38 SE, 75.57 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 1946.41 (3.38 SE, 75.57 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 1264.28 (4.56 SE, 102.03 SD)

Year 20

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 1278.86 (0.79 SE, 17.56 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 1278.86 (0.79 SE, 17.56 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 958.31 (2.59 SE, 57.88 SD)

Year 22

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 592.91 (0.62 SE, 13.92 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 592.91 (0.62 SE, 13.92 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)

Number of extant alleles = 594.02 (1.14 SE, 25.52 SD)

Year 24

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 26

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 28

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 30

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 32

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 34

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 36

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 38

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 40

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000

N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000

Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

In 500 simulations of South for 40 years:

500 went extinct and 0 survived.

This gives a probability of extinction of 1.0000 (0.0000 SE),
or a probability of success of 0.0000 (0.0000 SE).

500 simulations went extinct at least once.
Median time to first extinction was 24 years.
Of those going extinct,
mean time to first extinction was 24.00 years (0.00 SE, 0.00 SD).

Means across all populations (extant and extinct) ...
Mean final population was 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Age 1	Adults	Total
	0.00	Males
0.00	0.00	0.00 Females

Across all years, prior to carrying capacity truncation,
mean growth rate (r) was -0.0437 (0.0007 SE, 0.0730 SD)

***** Metapopulation Summary *****

Year 2

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 9097.31 (26.18 SE, 585.32 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 9097.31 (26.18 SE, 585.32 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 13212.19 (27.21 SE, 608.48 SD)

Year 4

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 7743.92 (26.96 SE, 602.85 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 7743.92 (26.96 SE, 602.85 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 8962.41 (20.92 SE, 467.76 SD)

Year 6

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 5895.45 (29.56 SE, 660.88 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 5895.45 (29.56 SE, 660.88 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 5934.52 (18.37 SE, 410.68 SD)

Year 8

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 4128.83 (30.60 SE, 684.25 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 4128.83 (30.60 SE, 684.25 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 3253.13 (16.32 SE, 364.92 SD)

Year 10

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3794.86 (28.47 SE, 636.52 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3794.86 (28.47 SE, 636.52 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 2674.17 (14.29 SE, 319.54 SD)

Year 12

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3429.08 (23.56 SE, 526.71 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3429.08 (23.56 SE, 526.71 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 2231.13 (12.04 SE, 269.16 SD)

Year 14

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 3011.89 (17.70 SE, 395.88 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 3011.89 (17.70 SE, 395.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SE, 0.000 SD)
Number of extant alleles = 1871.45 (9.70 SE, 216.90 SD)

Year 16

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 2527.06 (10.37 SE, 231.88 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 2527.06 (10.37 SE, 231.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 1559.25 (7.14 SE, 159.56 SD)

Year 18

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 1946.41 (3.38 SE, 75.57 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 1946.41 (3.38 SE, 75.57 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 1264.28 (4.56 SE, 102.03 SD)

Year 20

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 1278.86 (0.79 SE, 17.56 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 1278.86 (0.79 SE, 17.56 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 958.31 (2.59 SE, 57.88 SD)

Year 22

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500, P[S] = 1.000
Mean size (all populations) = 592.91 (0.62 SE, 13.92 SD)
Means across extant populations only:
Population size = 592.91 (0.62 SE, 13.92 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SE, 0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.000 SE, 0.001 SD)
Number of extant alleles = 594.02 (1.14 SE, 25.52 SD)

Year 24

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 26

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 28

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 30

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 32

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 34

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 36

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 38

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Year 40

N[Extinct] = 500, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0, P[S] = 0.000
Mean size (all populations) = 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

In 500 simulations of Metapopulation for 40 years:
500 went extinct and 0 survived.

This gives a probability of extinction of 1.0000 (0.0000 SE),
or a probability of success of 0.0000 (0.0000 SE).

500 simulations went extinct at least once.
Median time to first extinction was 24 years.
Of those going extinct,
mean time to first extinction was 24.00 years (0.00 SE, 0.00 SD).

Means across all populations (extant and extinct) ...
Mean final population was 0.00 (0.00 SE, 0.00 SD)

Age 1	Adults	Total
	0.00	Males
0.00	0.00	0.00 Females

Across all years, prior to carrying capacity truncation,
mean growth rate (r) was -0.0432 (0.0006 SE, 0.0693 SD)

***** Within-population Means *****

***** Note: Means are unweighted averages across populations.

***** SDs are means of the individual SDs of the populations.
***** Times to extinction, recolonization, and reextinction are averaged
***** across only those populations that had some extinctions.

Year 2

N[Extinct] = 0.00, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500.00, P[S] = 1.000
Number of extant subpopulations = 2.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 4548.66 (364.21 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 4548.66 (364.21 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 6606.44 (379.89 SD)

Year 4

N[Extinct] = 0.00, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500.00, P[S] = 1.000
Number of extant subpopulations = 2.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 3871.96 (316.86 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 3871.96 (316.86 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 4481.80 (260.86 SD)

Year 6

N[Extinct] = 0.00, P[E] = 0.000
N[Surviving] = 500.00, P[S] = 1.000
Number of extant subpopulations = 2.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 2947.72 (340.73 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 2947.72 (340.73 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 2967.77 (218.97 SD)

Year 8

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 2064.42 (342.13 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 4128.83 (684.25 SD)
Expected heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 3253.13 (364.92 SD)

Year 10

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500

Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 1897.43 (318.26 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 3794.86 (636.52 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 2674.17 (319.54 SD)

Year 12

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 1714.54 (263.36 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 3429.08 (526.71 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 2231.13 (269.16 SD)

Year 14

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 1505.95 (197.94 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 3011.89 (395.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 1.000 (0.000 SD)
Number of extant alleles = 1871.45 (216.90 SD)

Year 16

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 1263.53 (115.94 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 2527.06 (231.88 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.001 SD)
Number of extant alleles = 1559.25 (159.56 SD)

Year 18

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 973.21 (37.78 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 1946.41 (75.57 SD)
Expected heterozygosity = 0.999 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.001 SD)
Number of extant alleles = 1264.28 (102.03 SD)

Year 20

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 639.43 (8.78 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 1278.86 (17.56 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.001 SD)
Number of extant alleles = 958.31 (57.88 SD)

Year 22

N[Extinct] = 250.00, P[E] = 0.500
N[Surviving] = 250.00, P[S] = 0.500
Number of extant subpopulations = 1.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 296.45 (6.96 SD)
Mean across populations that survived some simulations:
Population size = 592.91 (13.92 SD)
Expected heterozygosity = 0.998 (0.000 SD)
Observed heterozygosity = 0.999 (0.001 SD)
Number of extant alleles = 594.02 (25.52 SD)

Year 24

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 26

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 28

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 30

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 32

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)

Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 34

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 36

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 38

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

Year 40

N[Extinct] = 500.00, P[E] = 1.000
N[Surviving] = 0.00, P[S] = 0.000
Number of extant subpopulations = 0.00 (0.00 SD)
Population size (all populations) = 0.00 (0.00 SD)

In 500 simulations of 40 years of 2 populations:
a mean of 500.00 populations went extinct and 0.00 survived.

This gives a probability of extinction of 1.0000
or a probability of success of 0.0000

A total of 1000 population-simulations went extinct at least once.
The mean Median time to first extinction was 16.00 years.
Of those going extinct,
mean time to first extinction was 16.00 years (0.00 SD).

Across all years, prior to carrying capacity truncation,
mean growth rate (r) was -0.0497 (0.0772 SD)

Annexe 9- Solutions potentielles

EDUCATION ET COMMUNICATION

- Prévoir les propositions d'exploitation des forêts pour intégrer les besoins de l'espèce dans un plan de gestion.
- Elaborer un plan d'éducation, de communication et d'information sur la zone de Vositse. ***
- Mener une campagne de sensibilisation et faire des ateliers au niveau des communes. *
- Créer un club d'amis de Vositse parmi les jeunes.
- Intégrer la protection de Vositse dans le programme d'éducation environnementale à l'école. *****
- Créer des panneaux publicitaires et diffusion dans le média (posters, dépliants, T-shirts).

ECONOMIQUE

- Elaborer un plan de développement concerté incluant les intervenants (communes, services forestiers, Durrell Wildlife Conservation Trust etc). *****
- Promouvoir l'écotourisme et intégrer les techniciens locaux en personnel d'appui pour diversifier les sources de revenu. *
- Renforcer l'encadrement des paysans en matière de l'agriculture, de l'élevage et d'éducation sanitaire.*
- Encourager la gestion rationnelle en vue de la conservation de l'espèce.

GOUVERNANCE LOCALE

- Plan de développement concerté incluant tous les intervenants (communes, services forestiers, Durrell Wildlife Conservation Trust etc). ***
- Intégrer la notion de protection de Vositse (créer un 'dina') auprès des paysans gestionnaires de forêts au sujet des chiens.
- Interdire la circulation dans la forêt avec les chiens.
- Demander le consentement de De Heulme pour installer le GPF à Beroboka.
- Renforcer et appuyer le service des Eaux et Forêts pour faire de prospection, des visites du contrôle, du suivi et/ou de répression dans la zone.
- Interdire l'exploitation de la forêt sans l'avis de Fokontany. *
- Eradiquer des chiens dans la forêt.
- Créer une plate-forme de concertation des acteurs intéressés dans la zone en vue de la protection des espèces menacées.
- Réglementer les ristournes forestières.*
- Arrêter les coupes de bois.

GESTION DES POPULATIONS DE L'ESPECE (CAPTIVE ET SAUVAGE)

- Développer un plan de protection pour l'habitat de Vositse, par exemple la concession de Kirindy pour que l'espèce devienne une « espèce phare » ou « flagship species ».
- Prévoir les propositions d'exploitation des forêts pour intégrer les besoins de l'espèce dans un plan de gestion.
- Installer un parc zoologique pour sauvegarder l'espèce.
- Restaurer la RS d'Andranomena pour une éventuelle réintroduction de l'espèce.
- Encourager l'exploitation rationnelle et durable en vue de la conservation de l'espèce.
- Assurer un filet de sécurité en captivité.

SCIENTIFIQUE

- Promouvoir et renforcer les études sur l'espèce pour avoir beaucoup plus d'informations scientifiques.

LEGISLATION NATIONALE

- Changer le statut de CFPF en aire protégée.
- Améliorer et appliquer la législation forestière.
- Mettre le Vositse dans le statut des animaux protégés.
- Créer une nouvelle aire protégée au nord de Beroboka y compris la zone d'habitat de Vositse.
- Renforcer et appuyer le service des Eaux et Forêts pour faire de prospection, des visites de contrôle, de suivi ou de la répression dans la zone.
- Interdire l'exploitation de la forêt sans l'avis de Fokontany.
- Proposition de changer le statut de l'espèce.
- Changer le statut de la forêt pour transférer l'exploitation ailleurs en dehors de la zone de Vositse.
- Arrêter les coupes de bois.

PROTECTION DE L'AIRE

- Mettre le Vositse dans le statut des animaux protégés.
- Restaurer la RS d'Andranomena pour une éventuelle réintroduction de l'espèce.
- Créer une nouvelle aire protégée au nord de Beroboka y compris la zone d'habitat de Vositse.
- Demander le consentement de De Heulme pour installer le GPF à Beroboka.
- Développer un plan de protection pour l'habitat de Vositse, par ex. la concession de Kirindy pour que l'espèce devienne une « espèce phare » ou « flagship ».
- Renforcer la conservation de la forêt de CFPF.
- Changer le statut de l'espèce.
- Changer le statut de la forêt pour transférer l'exploitation ailleurs en dehors de la zone de Vositse.

Annexe 10- Groupes cibles

Niveau local

- Autorités: Fokontany, Communes, Notables
- Villages riverains: chasseurs de tenrecs, bûcherons, défricheurs, villageois sans distinction
- ONG ou groupements: GPF (Gestion Participative Forestière), Tantely, CECAM (Caisse d'Epargne pour le Crédit Agricole et Mutuel) ou autre etc.
- Ecoles primaires
- Eglises

Niveau régional

- Autorités :
Sous-préfecture, Préfecture, Député, Sénateurs, Conseillers Provinciaux, Gouverneurs
- Services techniques:
Eaux et Forêts, Agriculture, Elevage, Education, Domaines
- Institutions et ONGs:
ANGAP (Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées)
SAHA (Sahan'Asa Hampanandrosoana ny Ambanivohitra)
CECAM (Caisse d'Epargne pour le Crédit Agricole et Mutuel)
TAFa (Tetik'Asa Fampanandrosoana ny Ambanivohitra)
CRD (Comité Régional pour le Développement)
CFPF (Centre de Formation Professionnelle Forestière)
- Autres bureaux d'études :
TJTT (Tany Jariana Tsara Tantana)
CODE (COmmunication pour le Développement)
- Médias:
Radio MAGNEVA MENABE
Radio FEON'I TSIRIBIHINA
Radio et Télévision nationale
- Exploitants forestiers: Syndicat régional
- Universités et Centres de Recherches
- AQUAMEN (AQUAculture de MENabe)

Niveau national

- Autorités: Ministères (Gouvernement), Assemblée Nationale, Sénat, Présidence
- Bailleurs de fonds
- ONGs et Institutions environnementales
- Centres de Recherches et Universités

Annexe 11 – Bibliographie

1. Boonstra R, Krebs CJ, Stenseth NC (1998). Population cycles in small mammals: the problem of explaining the low phase. *Ecology* 79: 1479-1488.
2. Carter CS, Getz LL (1993). Monogamie bei der Präriewühlmaus. *Spektrum der Wissenschaft* 8: 62-67.
3. Caughley G (1994): Directions in conservation biology. *J. Anim. Ecol.* 63: 215-244.
4. Cook JM, Trevelyan R, Walls SS, Hatcher M., Rakotondraparany F (1991). The ecology of *Hypogeomys antimena*, an endemic Madagascan rodent. *J. Zool. Lond.* 224: 191-200.
5. Cuvelier A (1996). Problems and ways of improving forest exploitation in Madagascar. In *Ecology and Economy of a Tropical Dry Forest in Madagascar*: 133-148.
6. Ganzhorn JU, Sorg J-P (Eds.). Göttingen, Germany: Primate Report 46-1.
7. Ganzhorn JU et al. (1999). Lemurs and the regeneration of dry deciduous forest in Madagascar. *Cons. Biol.* 13:794 - 804.
8. Genini M (1996). Deforestation. In *Ecology and Economy of a Tropical Dry Forest in Madagascar*: 49-55. Ganzhorn JU, Sorg J-P (Eds.). Göttingen, Germany: Primate Report 46-1.
9. Goodman SM, Rakotondravony D (1996): The Holocene distribution of *Hypogeomys* (Rodentia: Muridae: Nesomyinae) on Madagascar: In *Biogéographie de Madagascar*: 283-293. Loureno WR (Ed.) Paris: Editions de l'ORSTOM.
10. IUCN (1996). IUCN 1996 Red List of Threatened Animals. IUCN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
11. IUCN (2001). IUCN Red List categories. Version 3.1. SSC/IUCN. Gland, Switzerland.
12. Krebs CJ (1999). *Ecological Methodology*. (2nd edn). Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman.
13. Lacy RC (2000). Structure of the *VORTEX* simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins* 48: 191-203.
14. Miller PS, Lacy RC (1999). *VORTEX*: A stochastic simulation of the extinction process. Version 8 User's Manual. Apple Valley: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN):

15. Pinder JE (2001). Menabe Region of Western Madagascar, June and August 2000. Landsat Satellite Image Interpretation. Unpublished.
16. Possingham HP, Lindenmayer DB, Norton TW (1993). A framework for the improved management of threatened species based on population viability analysis (PVA). *Pacific Cons. Biol.* 1: 39-45.
17. Rakotombololona WF (1999). Etude de la distribution de *Hypogeomys antimena*, et suivi des anciens terriers dans la forêt dense et sèche et caducifoliée de Menabe. (Rapport non-publié).
18. Smith AP (1997). Deforestation, fragmentation, and reserve design in Western Madagascar. In *Tropical Forest Remnants*: 415-441. Laurance WF, Bierregaard RO (Eds.). University of Chicago Press, Chicago and London.
19. Smith AP, Horning N, Moore D (1997). Regional biodiversity planning and lemur conservation with GIS in western Madagascar. *Cons. Biol.* 11: 498-512.
20. Sommer S (1994). Ökologie und Sozialstruktur von *Hypogeomys antimena*, einer endemischen Nagerart im Trockenwald Westmadagaskars. Diplomarbeit Universität Tübingen.
21. Sommer S. (1996). Ecology and social structure of *Hypogeomys antimena*, an endemic rodent of the deciduous dry forest in western Madagascar. In: WR Lourenco (ed.), *Biogeography of Madagascar*. Editions de l'ORSTOM, Paris. 295-302.
22. Sommer S (1997). Monogamy in *Hypogeomys antimena*, an endemic rodent of the deciduous dry forest in western Madagascar. *J. Zool. Lond.* 241: 301-314.
23. Sommer S (1998). Populationsökologie und -genetik von *Hypogeomys antimena*, einer endemischen Nagerart im Trockenwald Westmadagaskars. *Disseration*, Universität Tübingen. Cuvillier Verlag, Göttingen, ISBN 3-89712-055-0.
24. Sommer S (2000). Sex specific predation rates on a monogamous rat (*Hypogeomys antimena*, Nesomyinae) by top predators in the tropical dry forest of Madagascar. *Anim. Behav.* 59: 1087-1094.
25. Sommer S (2001). Reproductive ecology of the endangered monogamous Malagasy giant jumping rat, *Hypogeomys antimena*. *Mammalian Biology* 66(2): 111-115.
26. Sommer S, Tichy H (1999). MHC-Class II polymorphism and paternity in the monogamous *Hypogeomys antimena*, the endangered, largest endemic Malagasy rodent. *Mol. Ecol.* 8, 1259-1272.

27. Sommer S, Hommen U (2000). Modelling the effects of life history traits and changing ecological conditions on the population dynamics and persistence of the endangered Malagasy giant jumping rat (*Hypogeomys antimena*). *Anim. Conserv.* 4: 333-343.
28. Tidd ST, Pinder JE, Ferguson GW (1999). Deforestation and habitat loss for the Malagasy flat-tailed tortoise from 1963 through 1993. Unpublished report.
29. Toto VA (1997). Contribution à l'étude de la distribution actuelle et les habitats préférés *Pyxis planicauda*, *Hypogeomys antimena* et *Mungotictis decemlineata* à travers la forêt sèche et caducifoliée de l'Ouest. Rapport non-publié.
30. Toto VA (1999). Contribution à la connaissance du Rat sauteur géant de Madagascar, *Hypogeomys antimena* (A.GRANDIDIER, 1869): Essai de détermination des facteurs limitant l'aire de sa répartition dans la forêt dense sèche et caducifoliée de l'Ouest. Mém. DEA-Sc. Anthropologie. Université d'Antananarivo.
31. Toto VA (2001). Evaluation de la population de *Hypogeomys antimena* (Vositse) dans la forêt dense sèche et caducifoliée de l'Ouest de Madagascar. Rapport non-publié.