



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



Latimeria chalumnae

**MEMOIRE
POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D.E.A.)**

Formation Doctorale: **Sciences de la vie**

Option: **Biologie, Ecologie et Conservation Animales**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU CYCLE BIOLOGIQUE EN
CAPTIVITE DE *Mantella viridis* (Pintak & Böhme, 1988), UNE
ESPECE D'AMPHIBIEN ENDEMIQUE DE MADAGASCAR**

Présenté par :

Madame Dolette Alda RAZANADRAVONINIRINA

Devant le JURY composé de:

Président	Madame Noromalala RAMINOSOA RASOAMAMPIONONA Professeur
Rapporteur	Monsieur Achille Philippe RASELIMANANA Maître de Conférences, HDR
Examineurs	Madame Jeanne RASAMY RAZANABOLANA Maître de Conférences Madame Marie Jeanne RAHERILALAO Maître de Conférences

Soutenu publiquement le :

12 juillet 2013

REMERCIEMENTS

Le présent travail n'aurait jamais été réalisé sans le soutien pédagogique, technique, moral et financier de nombreuses personnes. De vifs remerciements sont alors adressés :

- A Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences qui nous a donné l'autorisation de soutenir ce mémoire au sein de son établissement ;
- Au Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, qui a mis à notre disposition la salle pour la soutenance ;
- Au personnel enseignant et non enseignant du Département Biologie Animale qui nous a transmis leurs connaissances pédagogique et pratique au cours de notre cursus universitaire ;
- A feu Madame le Professeur Olga Ramilijaona Ravoahangimalala, ancienne Responsable du Troisième Cycle au sein du Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et premier encadreur du présent travail, pour son soutien technique au cours de la réalisation de l'étude, qu'elle repose en paix ;
- A Monsieur Achille Philippe Raselimanana, Maître de conférences, HDR, Enseignant-Chercheur au Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, qui a bien voulu prendre la relève de l'encadrement de cette étude ;
- Aux membres de jury composés par :
 - o Le Président de jury : Madame Noromalala Raminosoa Rasoamampionona, Professeur, Enseignant-Chercheur au sein du Département de Biologie Animale ;
 - o L'encadreur : Monsieur Achille Philippe Raselimanana, Maître de Conférences, HDR, Enseignant-Chercheur au sein du Département de Biologie Animale ;
 - o Les examinateurs : Madame Jeanne Rasamy Razanabolana, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur au sein du Département de Biologie Animale et Madame Marie Jeanne Raherilalao, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur au sein du Département de Biologie Animalepour avoir dirigé la soutenance et pour avoir accepté d'apporter des remarques sur le fond et la forme de ce livre ;
- Au Laboratoire des Populations Aquatiques, dirigé par Madame le Professeur Noromalala Raminosoa Rasoamampionona, Enseignant-Chercheur au sein du Département de

Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, pour les travaux de laboratoire concernant les têtards : mensurations, dessins ;

- Au Projet F@DES, pour le soutien financier et matériel du sous-projet SP02V2_04 auquel cette étude est rattachée ;
- Au Docteur Mamy Andriatsiferana et à son épouse le Professeur Martha Andriatsiferana pour l'aide financier, technique et matériel pendant la réalisation de cette étude ;
- A Madame Eliane Ravolaharifeno, ma coéquipière sur terrain ;
- A Pet Farm à Ikianja-Ambohimangakely, pour la réalisation de l'élevage en captivité.

Mes sincères remerciements aussi

- A Monsieur Rijaniaina Andriatahina : mon mari, à mes fils et à tous les membres de la famille qui m'ont toujours soutenu financièrement et moralement pendant toutes ces années et qui m'ont encouragé à finir ce que j'ai commencé ;
- A toutes les nombreuses personnes qui ne seront pas citées ici, mais qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de cette étude.

RÉSUMÉ

Le cycle biologique de *Mantella viridis* a été étudié à travers des suivis des individus élevés en captivité. L'étude a été effectuée du 15 décembre 2003 au 30 avril 2004, puis du 03 janvier au 15 février 2005. *M. viridis* est une espèce endémique de l'extrême nord de Madagascar. En dépit de son statut « En Danger » et de la perturbation de son habitat, elle est très convoitée au niveau du marché international. L'objectif est d'analyser le développement et la reproduction en captivité de cette espèce pour mieux concevoir une stratégie pour sa conservation et sa gestion durable. La température, l'humidité relative et le pH sont quotidiennement prélevés et le suivi concerne les observations des activités des adultes et têtards ainsi que le comptage et la mensuration des œufs à chaque stade. La réussite de l'élevage est évaluée à travers le pourcentage des œufs éclos arrivant au stade adulte. L'arrivée à terme des trois pontes obtenues, les faibles taux de mortalité (adultes : 0 %, têtards : 31,48 %) ont révélés que les individus s'adaptent bien aux conditions du milieu d'élevage. Les taux d'éclosion (90,50 %) et de réussite (68,51 %) suggèrent la rentabilité de l'élevage. Le cycle biologique en captivité de *M. viridis* dure en moyenne 14 mois. Malgré ce succès, des études plus approfondies s'avèrent nécessaires pour améliorer le système d'élevage et contribuer à la conservation et à la gestion de l'espèce.

Mots clés : *Mantella viridis*, élevage en captivité, cycle biologique, reproduction, conservation, Madagascar

ABSTRACT

The biological cycle of *Mantella viridis* was assessed through the monitoring of individuals in captivity breeding. The study was carried-out from 15 December 2003 to 30 April 2004, then from 03 January 2005 to 15 February 2005. *M. viridis* is an endemic species to the extreme northern of Madagascar. Despite its status of “Endangered” species and the disturbance of its habitat, this species is strongly demanded in international trade. The objective is to analyse the growth and the reproduction in captivity of this species for conceiving well sound conservation strategy and a sustainable management. The temperature, the humidity and the pH were measured each day; monitoring includes also observation of adults and tadpoles activities as well as the mensuration and count of the eggs for each stage. The captivity breeding success is evaluated through the percentage of eggs being hatched and arriving to adult stage. The reproduction success associated with the low death rate (adults: 0 %, tadpoles: 31,48 %) revealed that *M. viridis* are comfortable with the conditions of the captive breeding. The hatching (90,50 %) and success (68,51 %) rates are suggesting the interest of captivity breeding. The biological cycle in captivity of *M. viridis* is approximately 14 months. Although this success, more researches need to be realized to improve the captivity breeding techniques and to contribute on his conservation and management.

Key words: *Mantella viridis*, captivity breeding, biological cycle, reproduction, conservation, Madagascar

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
Partie I : PRESENTATION DE L'ESPECE ETUDIEE ET DU CENTRE D'ELEVAGE	3
I.1. Présentation de l'espèce étudiée	3
<i>I.1.1. Position systématique</i>	3
<i>I.1.2. Description morphologique</i>	3
<i>I.1.3. Biologie et écologie</i>	4
<i>I.1.4. Distribution géographique</i>	5
<i>I.1.5. Statut de conservation</i>	5
I.2. Présentation du centre d'élevage	5
<i>I.2.1. Terrarium</i>	6
<i>I.2.2. Aquarium</i>	7
<i>I.2.3. Dispositif de nourrissage</i>	8
Partie II : METHODOLOGIE.....	9
II.1. Choix du centre et de la période d'étude	9
II.2. Etude et analyse des paramètres écologiques du milieu.....	9
<i>II.2.1. Température</i>	10
<i>II.2.2. pH</i>	10
<i>II.2.3. Humidité relative</i>	10
II.3. Développement et croissance	11
II.4. Mode de vie	12
<i>II.4.1. Cas des individus adultes</i>	12
<i>II.4.2. Cas des têtards</i>	13
II.5. Enregistrement des données	14
II.6. Réussite de la reproduction et rentabilité de l'élevage en captivité	14
Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	15
III.1. Paramètres écologiques	15
<i>III.1.1. Température</i>	15
<i>III.1.2. Humidité relative</i>	15
<i>III.1.3. pH</i>	15
III.2. Reproduction, Développement et Croissance	16
<i>III.2.1. Ponte</i>	16

<i>III.2.2. Eclosion</i>	16
<i>III.2.3. Développement et croissance larvaire</i>	17
<i>III.2.4. Des juvéniles au stade adultes : Réussite et Rentabilité de l'élevage</i>	25
<i>III.2.5. Croissance</i>	25
III.3. Mode de vie	27
<i>III.3.1. Morbidité</i>	27
<i>III.3.2. Mortalité</i>	27
Partie IV : DISCUSSION	28
Paramètres écologiques	28
Ponte, développement et croissance : Réussite de l'élevage en captivité	29
CONCLUSION	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Un adulte <i>Mantella viridis</i> (Bora, 2005).....	4
Figure 2: Terrarium : 2a : vue d'ensemble, 2b : Litière constituée de mousses + Dispositifs de nourrissage (Razanadravoninirina, 2004).	6
Figure 3: Cuvettes en plastique ayant servi d'aquaria (Razanadravoninirina, 2004).....	7
Figure 4: Contenu de l'aquarium avant l'apparition des membres postérieurs : Terre (2 cm d'épaisseur), Eau (8cm d'épaisseur).	8
Figure 5: Contenu de l'aquarium après l'apparition des membres postérieurs : Terre (2 cm d'épaisseur), Eau (2cm d'épaisseur).	8
Figure 6: Contenu de l'aquarium durant la métamorphose : Terre (6 cm d'épaisseur), Eau (2 cm d'épaisseur).	8
Figure 7: Hygromètre (à gauche) et Thermomètre (à droite) (Razanadravoninirina, 2004).....	11
Figure 8: Différents paramètres morphométriques mesurés chez un têtard (Razanadravoninirina, 2004).....	11
Figure 9: Termites, nourriture principale des individus adultes (Razanadravoninirina, 2004).....	13
Figure 10: Œufs de <i>Mantella viridis</i> (Razanadravoninirina, 2004).	16
Figure 11: Vue dorsale d'un têtard de 7 jours (Razanadravoninirina, 2005).....	18
Figure 12: Vue dorsale d'un têtard de 10 jours : début de la formation du tube digestif (Razanadravoninirina, 2005).....	18
Figure 13: Vue latérale gauche d'un têtard de 14 jours montrant le long tube digestif enroulé en spirale (Razanadravoninirina, 2005)	19
Figure 14: Structure de la cavité buccale d'un têtard de 23 jours, (Razanadravoninirina, 2005)..	19
Figure 15: Vue latérale gauche d'un têtard de 25 jours : apparition des ébauches des membres postérieurs (Razanadravoninirina, 2005)	20
Figure 16: Vue latérale gauche d'un têtard de 31 jours (Razanadravoninirina, 2005)	20
Figure 17: Vue latérale gauche d'un têtard de 34 jours (Razanadravoninirina, 2005)	20
Figure 18: Vue latérale gauche d'un têtard de 38 jours (Razanadravoninirina, 2005)	21
Figure 19: Vue dorsale d'un têtard de 41 jours (Razanadravoninirina, 2005).....	21
Figure 20: Vue dorsale d'un têtard de 42 jours : début de la métamorphose (Razanadravoninirina, 2005).....	21
Figure 21: Vue dorsale d'un têtard de 43 jours : début de la résorption de la queue (Razanadravoninirina, 2005).....	22
Figure 22: un juvénile de 49 jours : fin de la métamorphose (Razanadravoninirina, 2005).....	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulation de l'évolution des œufs pondus.....	16
Tableau 2. Pourcentage de réussite depuis le stade œuf jusqu'à la métamorphose complète.....	24
Tableau 3. Taille des différents stades larvaires	25

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Fiches techniques	II
Annexe II : Evolution post-embryonnaire.....	IV
Annexe III : Données météorologiques de la région d'Antsiranana en 2005 (Source : Direction Générale de la Météorologie, Ampandrianomby, 2006).....	VII
Annexe IV : Valeurs des paramètres écologiques (Humidité Relative, et Température) à l'intérieur du terrarium	VIII
Annexe V : Référence de Gosner (1960)	IX

INTRODUCTION

Madagascar comme tant d'autres pays tropicaux, de par sa grande superficie et de par son paysage écologique très diversifié avec des écosystèmes riches et hétérogènes, offre toute une gamme de niches écologiques pour de nombreuses espèces animales. La plupart de ces espèces sont endémiques entre autres la faune batrachologique. Effectivement, Madagascar compte actuellement plus de 276 espèces d'amphibiens (Vieites *et al.*, 2009), avec un taux d'endémicité de 99 % (Glaw & Vences, 2007). Le nombre d'espèces connues ne cesse d'augmenter avec la découverte continue des nouvelles formes (Glaw *et al.*, 2010 ; Vences *et al.*, 2010). Parmi les familles de grenouilles malgaches la plus diversifiée figure Mantellidae avec plus de 194 espèces réparties dans 10 genres dont *Mantella*, qui représente un genre endémique malgache (Glaw & Vences, 2007).

Le genre *Mantella* comprend 16 espèces (Vences *et al.*, 2004). La plupart d'entre elles sont confinées aux écosystèmes forestiers, en particulier aux forêts humides de l'Est. De nombreuses espèces présentent une aire de distribution restreinte, souvent limitée dans une ou dans quelques localités seulement. C'est le cas de *Mantella viridis*, dont l'aire de répartition est limitée dans l'extrême Nord de Madagascar (Bora, 2005 ; Glaw & Vences, 2007). Par ailleurs, son habitat est exposé à différents types de pressions associées aux activités humaines.

Comme chez la plupart des groupes endémiques, les amphibiens sont très sensibles à la dégradation de leurs milieux naturels et à la perturbation (Vallan, 2003). Or, les écosystèmes forestiers qui représentent leur refuge subissent des perturbations (collecte, brûlis, ...) conduisant à la destruction et la fragmentation de l'habitat et par conséquent à la disparition de la population sauvage. En outre, les espèces du genre *Mantella* font l'objet d'une exploitation commerciale importante depuis des années. Chaque année, de 2000 à 2009, 378 à 3 845 individus *Mantella viridis* sont exportés pour alimenter le marché international des animaux sauvages (CITES, 2013). Ces individus sont directement collectés dans la nature, malgré la présence des fermes et des centres d'élevage gérés par des opérateurs professionnels en la matière. Effectivement, l'élevage en captivité est considéré comme un moyen qui pourrait réduire les collectes dans la nature et par conséquent, il peut atténuer leur impact sur la population locale (Rakotomavo, 1999). Malgré la réalisation de nombreuses études concernant l'écologie et la morphologie des têtards d'espèces malgaches (en ne citant que celles de Mercurio & Andreone, 2006 ; Altig & McDiarmid, 2006,...), les connaissances

scientifiques sur la biologie et sur l'écologie de *M. viridis*, espèce cible de la présente étude, restent lacunaires. Cette situation précaire ne permet pas ainsi de concevoir un plan de gestion adéquate pour assurer la pérennisation de l'espèce tout en permettant une valorisation durable à travers la mise en œuvre de technique d'élevage productif et rentable. C'est dans l'optique d'instaurer une meilleure gestion et une conservation durable privilégiant la valorisation rationnelle de la potentialité des espèces que la présente étude a été menée. Elle est alors axée sur l'étude du cycle biologique de *Mantella viridis* en captivité, afin de mieux connaître sa capacité de se développer, de croître et de se reproduire potentiellement en dehors de son habitat naturel.

Le présent travail cadre dans le projet FADES, sous-projet SP02V2_04 financé par la Banque Mondiale, en vue de la « Valorisation scientifique et économique des données sur les grenouilles du genre *Mantella* endémique de Madagascar ».

L'objectif principal de cette étude consiste à contribuer à la conservation et à la valorisation durable de *Mantella viridis*, à travers la promotion et l'amélioration de son élevage en captivité dans les soucis de rentabiliser la production de la ferme afin de limiter la collecte directe dans la nature et d'atténuer l'impact qui en découle.

Pour parvenir à cette fin, les objectifs spécifiques suivants ont été fixés :

- Etudier les conditions optimales de développement à travers les mesures des paramètres physico-chimiques (pH, température, humidité relative) du milieu (terrarium, aquarium) ;
- Suivre et décrire le développement et la croissance de cette espèce cible depuis le stade œuf jusqu'à l'âge adulte capable de se reproduire ;
- Evaluer le taux de réussite ou de viabilité au niveau de chaque stade de développement afin d'estimer la rentabilité de l'élevage en captivité.

Le présent travail comporte quatre grandes parties. La première partie concerne la présentation de l'espèce étudiée et du centre d'élevage. Elle est suivie par la méthodologie qui développe les techniques et les méthodes utilisées avec les matériels mobilisés pour la réalisation. La troisième partie traite le résultat avec les interprétations correspondantes. La quatrième partie est consacrée à la discussion. La conclusion, quelques recommandations et la bibliographie clôtureront ce document.

**PRESENTATION DE L'ESPECE
ETUDIEE ET DU CENTRE
D'ELEVAGE**

Partie I : PRESENTATION DE L'ESPECE ETUDIEE ET DU CENTRE D'ELEVAGE

I.1. Présentation de l'espèce étudiée

I.1.1. Position systématique

Mantella viridis a été décrite en 1988 par Pintak & Böhme, à partir d'un specimen provenant d'Antsiranana et d'autres individus issus de la même localité. Elle fait partie des amphibiens firmisternes, c'est-à-dire, la ceinture pectorale est soudée ventralement. Selon Glaw & Vences, 2007, sa classification est la suivante :

RÈGNE :	ANIMAL
EMBRANCHEMENT :	VERTEBRES
CLASSE :	AMPHIBIENS (BATRACIENS)
ORDRE :	ANOURES
FAMILLE :	MANTELLIDAE
SOUS-FAMILLE :	MANTELLINAE (Laurent, 1946)
GENRE :	<i>Mantella</i>
ESPÈCE :	<i>viridis</i> (Pintak & Böhme, 1988)
NOMS VERNACULAIRES :	Mantelle verte (Français), green mantella (Anglais)

I.1.2. Description morphologique

C'est une espèce de petite taille, mesurant 2,5 à 3 cm de longueur. Les femelles sont plus grandes que les mâles. *Mantella viridis* se distingue des autres espèces par la coloration vert clair à vert jaunâtre de la partie dorsale et la région latéro-postérieure de son corps alors que la face antérolatérale est noire (Figure 1). La partie ventrale est aussi de couleur noire, tachetés des ponctuations bleues qui s'étendent jusqu'au niveau de la gorge. Les membres postérieurs sont verts et les membres antérieurs présentent parfois des zébrures. Une bande claire souligne la bordure de la lèvre supérieure.



Figure 1 : Un adulte *Mantella Viridis* (Bora, 2005)

I.1.3. Biologie et écologie

Mantella viridis est une espèce terrestre et diurne. Elle fréquente principalement l'habitat ouvert, mais humide dans la formation herbeuse (Tessa *et al.*, 2009), à proximité de point d'eau ou dans les endroits dégagés, le long de la bordure de cours d'eau à la lisière de la forêt (Raselimanana com.pers.). Elle présente une grande tolérance aux habitats dégradés et secondaire et même aux milieux perturbés ou transformés par les activités humaines comme les plantations de manguiers (Mercurio & Andreone, 2008). La saison de reproduction se situe entre janvier et mars, c'est-à-dire pendant la saison de pluie. Pendant cette période, les mâles émettent des cris et courtisent les femelles qui en ce moment-là démontrent un comportement plus ou moins agressif. Les œufs sont déposés sous la litière au bord des ruisseaux, et à l'éclosion, les têtards vont être emportés par l'eau de ruissellement lors des chutes de pluie vers une plaque d'eau où ils vont poursuivre leur développement (Glaw & Vences, 1994). *M. viridis* figure parmi les espèces de *Mantella* ayant un taux de ponte le plus élevé avec 115 ± 21 œufs par ponte (Tessa *et al.*, 2009).

I.1.4. Distribution géographique

Mantella viridis est une espèce de basse altitude, entre 100 et 300 m. Son aire de répartition est restreinte à l'extrême nord de Madagascar, dans la région d'Antsiranana, plus précisément dans la Forêt d'Ambre, sur la Montagne des Français et sur le bassin versant d'Antongombato (Vences *et al.*, 1999 ; Glaw & Vences, 2007 ; D'Cruze *et al.*, 2007 ; 2008).

I.1.5. Statut de conservation

Mantella viridis était figurée parmi les cinq espèces de *Mantella*, classée « Gravement menacée », selon UICN (2006). Suite à la découverte des nouvelles localités et des observations sur la tolérance de cette espèce aux habitats secondaires et dégradés, Mercurio & Andreone (2008) ont proposé lors de la 25^e session du Comité pour les animaux en 2011 de la mettre dans la catégorie « En Danger ». Comme les autres espèces de *Mantella*, *M. viridis* est classée dans l'Annexe II de la CITES avec un quota de prudence de 0 (CITES, 2011).

I.2. Présentation du centre d'élevage

La présente étude a été effectuée dans le centre d'élevage de « Pet Farm » à Ambohimangakely, Antananarivo. L'infrastructure comprend une grande salle bien aérée de 8 m × 7,38 m × 3,24 m de hauteur. Elle comporte trois portes, deux fenêtres et deux persiennes. Le plancher et le plafond sont en bois, l'éclairage de la salle est assuré par deux ampoules situées au plafond et allumées en permanence. En effet, l'aération de la salle est surtout réglée par la circulation de l'air à travers portes et fenêtres. Ces dispositifs sont destinés au stockage des individus avant leur exportation. Le centre dispose une trentaine de terraria où les grenouilles adultes sont gardées (Figure 2). Chaque terrarium peut contenir jusqu'à 88 individus.

1.2.1. Terrarium

Le terrarium sert à l'élevage des grenouilles adultes. C'est une cage, fait en verre et en contre plaqué, encadrées avec des cornières (Figure 2a), et d'une dimension de 1,42 m × 60 cm × 82 cm. Il comporte deux portes de 60,5 cm × 54,5 cm. Le toit est fait d'un contre plaqué muni des trous d'aération. Le plancher est fait en volige plastique sur lequel sont déposées des mousses fraîches (Figure 2b). Ces mousses constituent la litière du terrarium. Afin de reproduire l'habitat naturel de l'espèce, quelques plantes ainsi que d'autres assiettes contenant de l'eau ont été installées à l'intérieur.

L'ensemble est monté sur un support à environ 55 cm au dessus du sol. La litière est toujours gardée humide et frais en la pulvérisant avec de l'eau de puits. Ceci est très important pour la grenouille, car elle a besoin de maintenir sa peau humide. Les mousses sont régulièrement changées afin de nettoyer les déjections des grenouilles. Pour maintenir le terrarium à une certaine température pendant l'hiver, l'intérieur est éclairé en permanence à l'aide d'une ampoule de 75 watts.



Figure 2 : Terrarium : 2a : vue d'ensemble, 2b : Litière constituée de mousses + Dispositifs de nourrissage (Razanadravoninirina, 2004).

1.2.2. Aquarium

L'aquarium (Figure 3), destiné aux développements des têtards, est constitué d'une cuvette de 38 cm de diamètre et 12 cm de hauteur. Trois aquaria ont été utilisés lors de la présente étude : ils se trouvent dans une salle à côté de celle où se trouvent les terraria. La température à l'intérieur de cette salle dépend de l'aération à travers portes et fenêtres durant toute la période de développement et croissance des têtards. L'eau utilisée pour les aquaria provient de la pluie et d'un puits. Elle est stockée dans un grand réservoir sans être soumise à aucun traitement chimique, mais analysée par la JIRAMA une fois par an. Le fond des aquaria est couvert de terre. Ainsi, pendant la première phase du développement jusqu'à l'apparition des membres postérieurs, les 2/3 des aquaria sont rempli d'eau. A partir du stade où les têtards possèdent deux membres (antérieur et postérieur), le volume d'eau doit diminuer et celui de la terre augmenter, de façon à obtenir une sorte d'« îlot ». Les aquaria sont couverts en permanence d'un filet en nylon à petite maille pour éviter la fuite des têtards.



Figure 3 : Cuvettes en plastique ayant servi d'aquaria (Razanadravoninirina, 2004).

Les figures 4, 5 et 6 suivantes montrent le changement du contenu de l'aquarium du stade têtards au stade juvéniles.

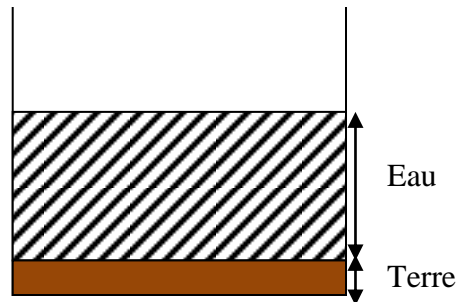


Figure 4 : Contenu de l'aquarium avant l'apparition des membres postérieurs : Terre (2 cm d'épaisseur), Eau (8 cm d'épaisseur)

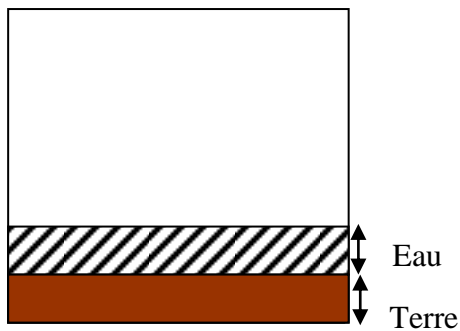


Figure 5 : Contenu de l'aquarium après l'apparition des membres postérieurs : Terre (2 cm d'épaisseur), Eau (2 cm d'épaisseur)

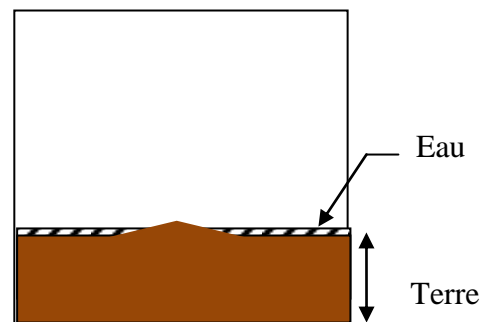


Figure 6 : Contenu de l'aquarium durant la métamorphose : Terre (6 cm d'épaisseur), Eau (1 cm d'épaisseur)

1.2.3. Dispositif pour le nourrissage

Les mangeoires sont constituées par deux assiettes en plastique de 8 cm de diamètre, elles sont placées en permanence sur les mousses, comme l'indique la figure 2b. Le nettoyage des mangeoires s'effectue chaque jour et elles sont remplacées tous les 2 mois.

METHODOLOGIE

Partie II : METHODOLOGIE

II.1. Choix du centre et de la période d'étude

A la suite des prospections effectuées à Antananarivo auprès des opérateurs professionnels en matière d'élevage et de commercialisation des espèces sauvages, nous avons identifié et choisi Pet Farm, qui possède *Mantella viridis* parmi les espèces qu'elle dispose. Etant donné que ce centre se trouve à proximité de la Capitale, plus précisément à Ikianja-Ambohimangakely, à 10 km à l'est du centre ville d'Antananarivo, le long de la RN2, il représente un endroit idéal pour réaliser notre étude, en particulier pour le suivi.

L'étude a été menée dans cette ferme en deux étapes. La première est faite du 15 décembre 2003 au 30 avril 2004, et la deuxième du 03 janvier au 15 février 2005. Ce qui fait au total cinq mois. Elles correspondent à la période de reproduction de *Mantella viridis* dans la nature (Glaw & Vences, 2007) ; les opérateurs commencent également à faire la collecte et procèdent à l'élevage durant ces périodes. Les deux étapes de l'étude sont dues au fait que pendant la première période, les résultats obtenus étaient insuffisants pour avoir des données complètes permettant le bouclage d'un cycle biologique à cause du nombre de ponte qui a été très réduit. Il était donc nécessaire de faire une autre période de suivi durant la période de reproduction, c'est-à-dire aux mois de janvier et février de l'année suivante. Toutes les observations au cours de la présente étude et les suivis ont été effectués dans 1 terrarium et 3 aquaria.

II.2. Etude et analyse des paramètres écologiques du milieu

Trois paramètres écologiques ont été pris en considération au cours de cette étude. Il s'agit de la température, du pH et de l'humidité relative. Ces trois paramètres s'avèrent jouer des rôles importants dans l'élevage en captivité des grenouilles (Staniszewski, 1998).

II.2.1. Température

La variation de la température joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement du métabolisme des grenouilles élevées en captivité, elle doit se situer entre 20 et 25 °C le jour et entre 4 et 10 °C la nuit (Staniszewski, 1998). Pour le cas de notre étude, la régulation de la température s'effectue à travers les trous d'aération au niveau du plafond du terrarium et par l'installation d'une ampoule.

La température ambiante à l'intérieur du terrarium est quotidiennement mesurée et relevée le matin à 9 heures. Il en est de même pour la température de l'eau des aquaria. Le thermomètre utilisé est un thermomètre ordinaire, il est placé environ 10 minutes avant le prélèvement.

II.2.2. pH

Comme le stade têtard se passe dans un milieu aquatique, le pH de l'eau des aquaria joue un rôle crucial dans le développement et la survie des individus. Un changement brusque du pH peut provoquer par exemple un retard du développement (Staniszewski, 1998). Le pH est mesuré quotidiennement vers 9 heures à l'aide d'un papier-pH-mètre. L'eau des aquaria est renouvelée tous les jours pour maintenir constante la valeur du pH.

II.2.3. Humidité relative

L'humidité relative intervient dans la physiologie de la grenouille à travers la respiration cutanée et les échanges osmotiques avec le milieu ambiant. La peau de la grenouille doit rester ainsi humide en permanence. L'humidité relative optimale doit se situer entre 92 et 96 % (Staniszewski, 1998). Cette humidité est maintenue constante grâce à la litière constituée par la mousse imbibée d'eau (Figure 7). L'humidité à l'intérieur du terrarium est mesurée à l'aide d'un hygromètre tous les jours de suivi à 9 heures. La mesure de l'humidité relative est effectuée une demi-heure après l'humidification des mousses.



Figure 7 : Hygromètre (à gauche) et Thermomètre (à droite)
(Razanadravoninirina, 2004).

II.3. Développement et croissance

Le développement et la croissance des têtards ont été évalués à travers des études morphométriques. La mensuration s'effectue à l'aide d'une loupe binoculaire munie de micromètre oculaire. Cet appareil a permis en même temps de dessiner l'échantillon à l'aide d'un tube à dessin. Le stade de développement est défini par comparaison directe du dessin avec les références de Gosner (1960).

Ainsi, deux échantillons des têtards sont prélevés tous les 2 ou 3 jours pour servir de spécimens de référence pour chaque stade. Ils sont d'abord fixés et conservés dans du formol 10 %, un rinçage à l'eau de robinet est ensuite nécessaire avant toute manipulation.

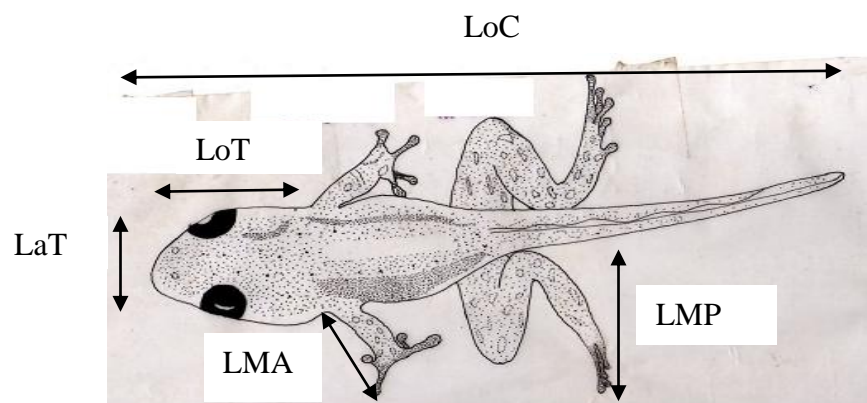


Figure 8 : Différents paramètres morphométriques mesurés
chez un têtard (Razanadravoninirina, 2004).

La mensuration de la Figure 8 concerne :

LoC ou la Longueur totale du Corps : de l'extrémité du museau jusqu'à l'extrémité de la queue ;

LoT ou la Longueur de la Tête : de l'extrémité du museau jusqu'à l'avant du spiracle ;

LaT ou la Largeur de la Tête : du tympan gauche au tympan droit ;

LMA ou la Longueur du Membre Antérieur : distance entre l'insertion au niveau du spiracle jusqu'à l'extrémité du doigt le plus long du membre (doigt n° 3) ; et postérieur (LMP) : distance entre l'insertion à la base de la queue jusqu'à l'extrémité du doigt le plus long du membre (doigt n° 4). Il est à noter que les membres des têtards sont étirés lors de leur mensuration, la légende sur la figure n'est qu'à titre indicatif.

II.4. Mode de vie

Afin d'apprécier le mode de vie de *Mantella viridis*, des suivis à partir des observations directes sur des individus ont été effectués. Etant donné que c'est une espèce diurne, les observations ont eu lieu entre 9 heures à 14 heures pendant six jours successifs par semaine. Quarante-huit individus élevés dans un terrarium ont été impliqués dans cette étude.

II.4.1. Cas des individus adultes

L'observation se fait à travers la paroi du terrarium qui est en verre clair. Elle s'effectue à partir de 9 heures du matin, avant et après la prise de température et de l'humidité relative. Elle consiste à observer les activités des adultes : prise de nourriture, parade nuptiale et/ou amplexus, comportement (actifs ou pas), état de santé. C'est aussi une occasion pour le contrôle de la propreté du terrarium.

Au cours de la présente étude, les adultes de *Mantella viridis* ont été nourris avec de termites vivants venant de Manjakandriana (Figure 9). Le nourrissage a lieu une fois par jour et vers 9 heures du matin. Environ 10 g de termites sont déposées sur une assiette placée sur la mousse dans le terrarium. En cas de pénurie en termites, les grenouilles ont été nourries avec des drosophiles (*Drosophila melanogaster*). Des peaux d'ananas, de banane ou de pêche ont été alors placées dans le terrarium pour attirer ces insectes.



Figure 9: Termites, nourriture principale des individus adultes (Razanadravoninirina, 2004).

II.4.2. Cas des têtards

L'observation des têtards s'est focalisée surtout sur le comportement alimentaire, la vie sociale, les stades de développement ainsi que sur l'état de santé des individus. La durée des observations s'est étalée jusqu'à la métamorphose complète (stade juvénile). La propreté des aquaria a été assurée au cours de chaque observation.

Les têtards issus d'une même ponte ont été mis dans un aquarium. Ainsi durant cette étude, 3 aquaria ont été utilisés. Ces têtards y ont été placés vers le 7^e jour après la ponte, c'est-à-dire au stade 24 selon la référence de Gosner (1960). Ils ont été gardés dans ces aquaria jusqu'à la disparition complète de leur queue et ont été transférés ensuite dans un terrarium pour continuer leur croissance. A partir de ce stade, ils ont été traités comme les adultes.

Dans les aquaria, ils ont été nourris avec des produits « Aquori flakes » qui sont à base de farine, de foie de poissons, de matières grasses, de chlorophylle et de vitamines A, D3, B1, B2, B6, B12, D, C. Cet aliment est présenté sous forme de fines pellicules colorées. Le nourrissage se fait tous les matin vers 9 heures. Afin de garder la salubrité du milieu et pour éviter la mort des têtards, le reste des nourritures est enlevé après 18 h.

II.5. Enregistrement des données

Une fiche préalablement établie (Annexe I) a été respectivement remplie chaque jour pour les individus adultes (Ia) et pour les têtards (Ib) durant le suivi. Les informations concernent les températures, le pH, l'humidité relative, l'état de santé des individus, le nombre de ponte, la morbidité et la mortalité.

II.6. Réussite de la reproduction et rentabilité de l'élevage en captivité

Le taux de réussite correspond au pourcentage des individus d'un stade défini qui ont survécu au stade précédent. Un comptage direct des individus pour chaque stade de développement a été alors effectué.

Supposons $N_0, N_1, N_2, \dots, N_n$: le nombre d'individus à chaque stade
avec N : nombre d'individus

0, 1, 2, ..., n : stade auquel se trouvent les individus et par ordre croissant de développement

N_1 est donc le nombre d'individus au stade 1.

Le taux de réussite au stade 1 (t_1) est obtenu par la formule suivante :

$$t_1 = N_1/N_0 \times 100$$

Au stade 2, le taux de réussite (t_2) est :

$$t_2 = N_2/N_1 \times 100$$

Et ainsi de suite

La rentabilité de l'élevage représente alors la capacité des individus adultes de se reproduire et dont les œufs et les têtards qu'ils produisent sont arrivés au terme de leur développement pour donner des adultes géniteurs.

**RESULTATS ET
INTERPRETATIONS**

Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1. Paramètres écologiques

III.1.1. Température

Les températures de la salle d'élevage et celles du terrarium varient entre 20 et 23 °C. Celle des aquaria sont comprises entre 19 et 24 °C. Ces variations de température sont relativement basses par rapport à celles mesurées dans la région d'Antsiranana pendant cette même période. En effet, cette température varie de 24,2 à 27,3 °C dans cette région pendant l'année 2005 (source : Direction Générale de la Météorologie, Ampandrianomby). Les grenouilles ont toléré cette faible différence vu qu'aucun changement de comportement n'est enregistré. Autrement dit, *Mantella viridis* présente une grande tolérance vis-à-vis de la température tant qu'elle ne descend pas trop basse. Les détails concernant les températures sont présentés dans les Annexes II et III.

III.1.2. Humidité relative

L'humidité relative à l'intérieur du terrarium varie entre 92 et 96% au cours de la période de suivi. Les valeurs dans la nature se trouvent entre 44,64-83,78 % (Ramilijaona Ravoahangimalala *et al.*, 2004). Cette humidité est en relation avec la précipitation dans la région d'Antsiranana qui est relativement importante toute l'année. Dans le cas de la présente étude le maintien de l'humidité relative est assuré par la pulvérisation de l'eau sur la mousse qui constitue la litière du terrarium. Les détails sont présentés dans l'Annexe IV.

III.1.3. pH

L'eau utilisée dans le centre d'élevage est de l'eau de pluie non traitée chimiquement, elle est renouvelée tous les jours de suivi. Le pH de l'eau des aquaria varie entre 6 et 7, ces valeurs se rapprochent de celles mesurées dans la nature : 6,75 et 7,87 (Ramilijaona Ravoahangimalala *et al.*, 2004). C'est un milieu relativement neutre. Les têtards semblent alors tolérer ou même préférer les milieux à pH neutre ou légèrement acide pour leur développement optimal.

III.2. Reproduction, Développement et Croissance

III.2.1. Ponte

Trois pontes provenant de trois femelles différentes mais issues du même terrarium ont été enregistrées entre janvier et février 2005. Les nombres d'œufs par ponte varient entre 57 et 61. En effet, une fois les parades nuptiales et l'amplexus terminés, les femelles pondent leurs œufs la nuit et les mâles viennent pour les féconder juste après la ponte. Les œufs sont déposés sous les mousses (Figure 10), à proximité de l'assiette contenant de l'eau. Ils sont de couleur blanchâtre, sont entourés chacun d'une gangue gélatineuse et sont côte à côte.



Figure 10 : Œufs de *Mantella viridis* (Razanadravoninirina, 2004).

III.2.2. Eclosion

Le Tableau 1 suivant résume l'évolution des œufs pondus.

Tableau 1 : Récapitulation de l'évolution des œufs pondus

Numéro de la Ponte	Nombre d'œufs pondus	Nombre d'œufs éclos	Taux d'éclosion
1	61	59	96,72%
2	57	53	92,98%
3	61	50	81,96%
Total	179	162	90,50%

En effet, la durée de l'éclosion varie entre les trois pontes : de 3 à 6 jours, la plus longue durée est enregistrée pour la ponte 2 tandis que la plus courte pour la ponte 1. Le taux d'éclosion varie approximativement entre 81,96 % et 96,72 % pour les trois pontes. Mais en moyenne, le pourcentage des œufs qui arrivent jusqu'à l'éclosion est de 90,50 %. Autrement dit, une grande proportion des œufs pondus est arrivée à terme. Les conditions écologiques du terrarium où se trouvent les adultes géniteurs sont alors favorables à la ponte et à son éclosion.

III.2.3. Développement et croissance larvaire

Le développement larvaire commence à partir de l'éclosion et se termine à la métamorphose complète ou au stade juvénile. Chez *Mantella viridis*, sept jours après la ponte, c'est-à-dire aux stades 23-24 selon la référence de Gosner, les têtards prennent une coloration brune et deviennent très mobiles. Ils sont alors transférés dans les aquaria. A ce moment, ces derniers sont constitués de 2/3 d'eau et d'environ 2 cm de hauteur de terre.

Les différents stades, de la fécondation jusqu'à la métamorphose complète, qui dure en moyenne 50 jours pour les trois pontes, se sont alors déroulés comme suit :

III.2.3.1. Embryons : 1-3^e jour : stades 1-19 selon la référence de Gosner

Les cellules se multiplient et donnent vers le 2^e jour des têtards qui commencent à avoir une forme allongée mais restent encore immobiles (stade 17 de Gosner).

Vers le 3^e jour (stades 18-19 de Gosner) : Les têtards effectuent leur premier mouvement, ils sont de couleur blanchâtre et restent côte à côte sous la mousse du terrarium.

III.2.3.2. Eclosion : 4-6^e jour : stades 20-25 selon la référence de Gosner

Les têtards sont séparés les uns des autres et ils sont très actifs. Ils ont à ce stade une coloration brune. Le vitellus reste encore visible sur la face ventrale.

III.2.3.3. Têtards : 7-41^e jour : stades 26-41 selon la référence de Gosner

Ce stade qui est le plus long est aussi connu sous le nom de prémétamorphose.

Les dessins qui illustrent les stades présentés sont tous à 1/20 comme échelle.

7^e jour (stade 26 de Gosner) : Les têtards sont de plus en plus mobiles et de couleur noire (Figure 11). Le vitellus disparaît. C'est le moment idéal pour le transfert dans les aquaria.

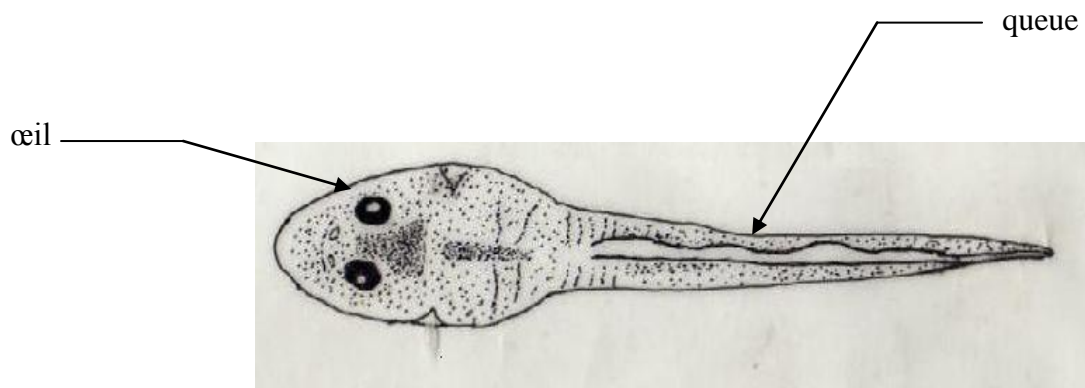


Figure 11: Vue dorsale d'un têtard de 7 jours (Razanadravoninirina, 2005).

10^e jour : Les têtards ont un corps globuleux pourvu d'une longue queue. Ils commencent à prendre de la nourriture (Figure 12).

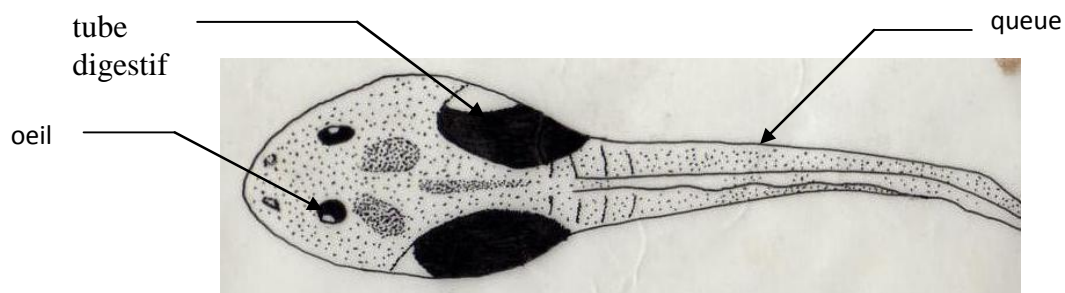


Figure 12: Vue dorsale d'un têtard de 10 jours : début de la formation du tube digestif (Razanadravoninirina, 2005).

14^e jour : Les structures qui permettent aux têtards de mener une vie larvaire aquatique sont bien développées depuis l'éclosion. En effet, l'appareil digestif est fonctionnel. La queue avec la nageoire assure le déplacement à la nage et les branchies la respiration. L'organe adhésif est dégénéré et la bouche est constituée d'un bec corné entouré de rangées de denticules kératinisées. Le tube digestif long et enroulé en spirale est visible par transparence (Figure 13).

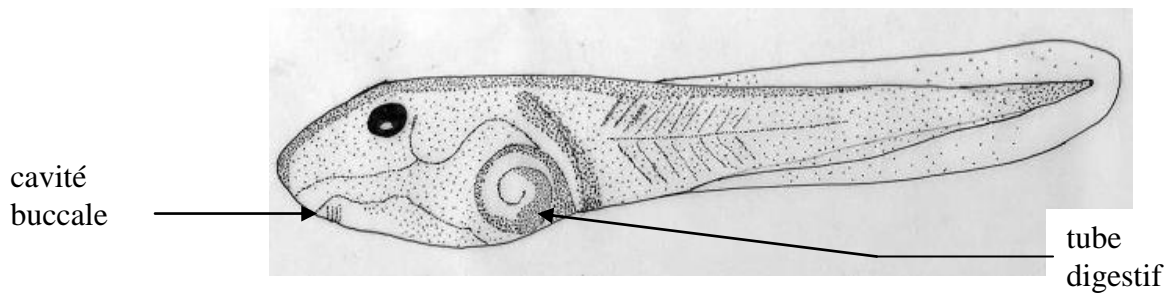


Figure 13: Vue latérale gauche d'un têtard de 14 jours montrant le long tube digestif enroulé en spirale (Razanadravoninirina, 2005).

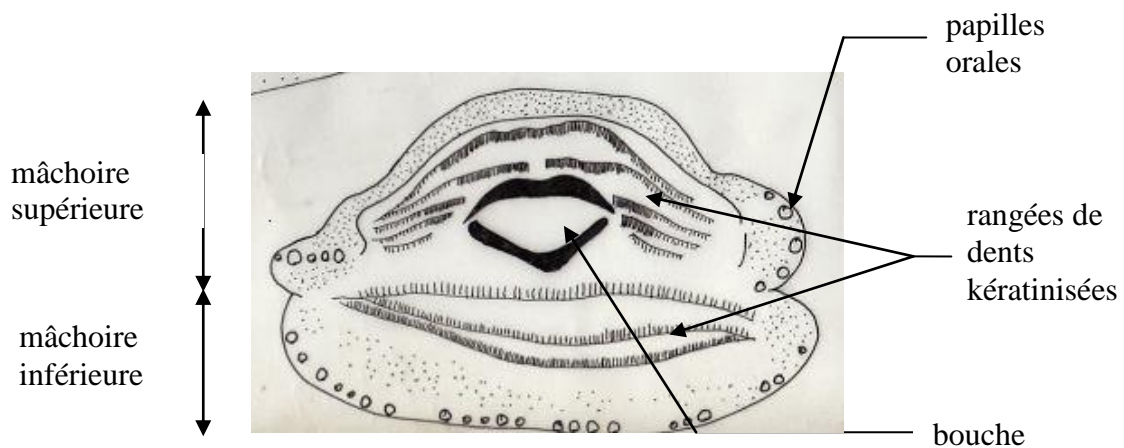


Figure 14: Structure de la cavité buccale d'un têtard de 23 jours (Razanadravoninirina, 2005).

La structure de la cavité buccale évolue avec le développement et la croissance du têtard. *Mantella viridis* présente une cavité buccale (Figure 14) avec deux rangées de papilles orales sur la mâchoire inférieure, une rangée sur chaque bord latéral de la mâchoire supérieure et une formule dentaire 5(2-5)/3(1) (Jovanovic *et al.*, 2009). Comme chez la plupart des Anoures, le nombre des dents kératinisées augmentent au cours du développement larvaire ; celui du nombre des rangées de dents est de façon centripète c'est-à-dire celles de l'extérieur sont formées les premières et les rangées près de la bouche n'apparaissent qu'aux derniers stades (Tubbs *et al.*, 1993).

Il y a une augmentation continue de la longueur du corps du têtard jusqu'à la fin de la prémétamorphose.

25^e jour (stade 31) : Les ébauches des membres postérieurs commencent à apparaître (Figure 15). Entre-temps, les têtards continuent d'augmenter de taille. Le tube digestif est toujours visible par transparence à l'extérieur.

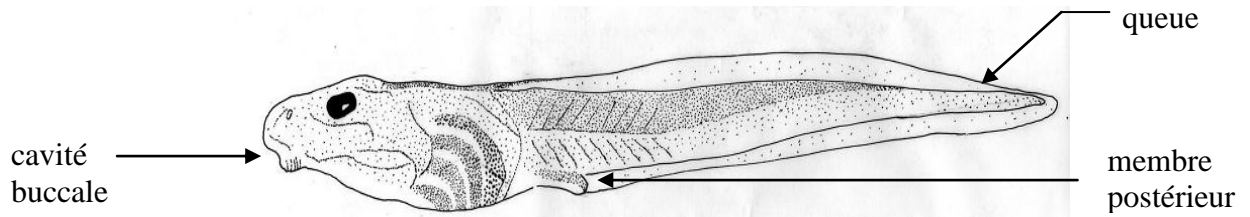


Figure 15: Vue latérale gauche d'un têtard de 25 jours : apparition des ébauches des membres postérieurs (Razanadravoninirina, 2005).

Vers le 40^e jour (stades 40-41) : Les membres postérieurs sont bien développés et fonctionnels. Les figures 16, 17, 18 et 19 suivantes illustrent l'évolution de ces derniers. L'eau des aquaria est diminuée de volume petit à petit car les têtards passent à une vie semi-aquatique.

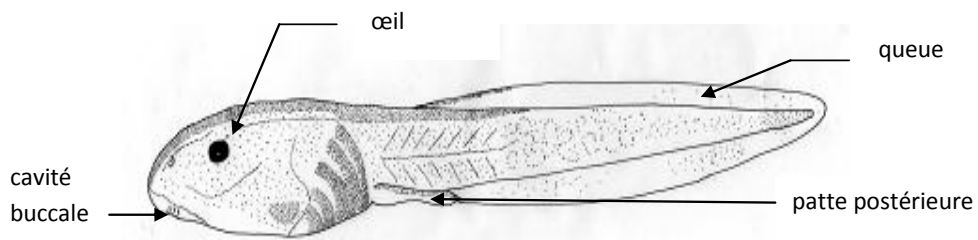


Figure 16: Vue latérale gauche d'un têtard de 31 jours (Razanadravoninirina, 2005).

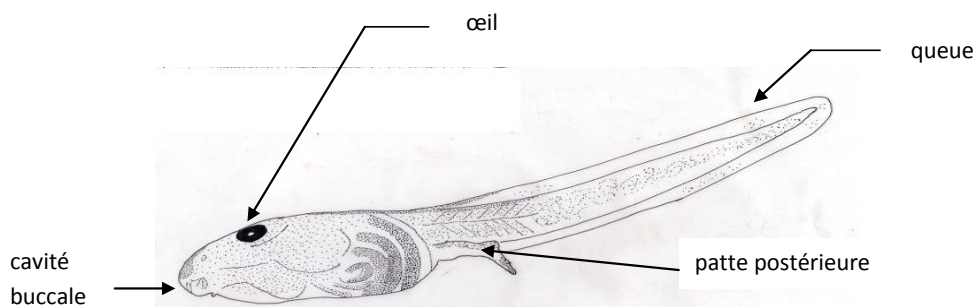


Figure 17: Vue latérale gauche d'un têtard de 34 jours (Razanadravoninirina, 2005).

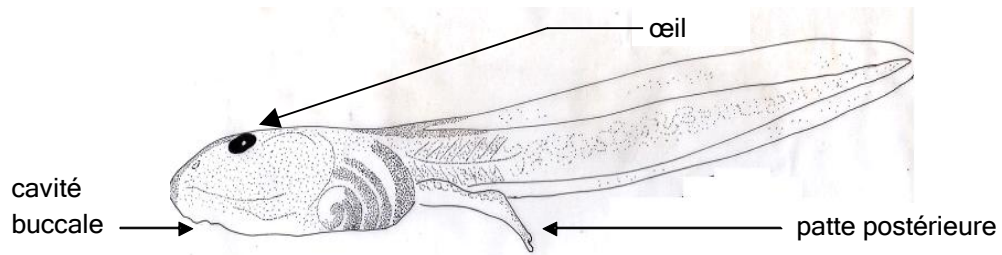


Figure 18: Vue latérale gauche d'un têtard de 38 jours (Razanadravoninirina, 2005).

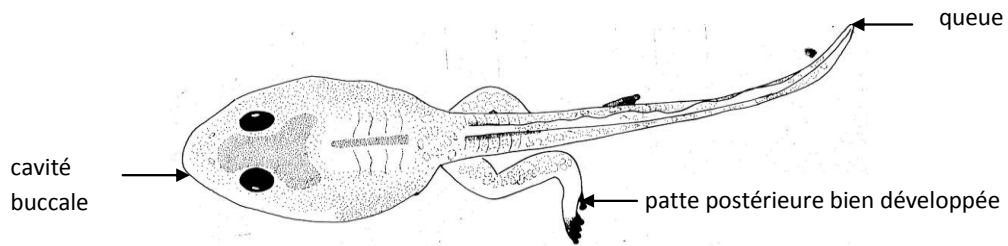


Figure 19: Vue dorsale d'un têtard de 41 jours (Razanadravoninirina, 2005).

III.2.3.4. Métamorphose : 42-49^e jour : stades 42-46 selon la référence Gosner

Les têtards de 42 jours sont en prométamorphose (Figure 20). C'est la phase la plus courte par rapport à la prémétamorphose et la métamorphose car elle dure environ 1 jour. Elle est représentée par le stade 42. Elle est surtout marquée par l'apparition des ébauches des membres antérieurs au niveau du spiracle.

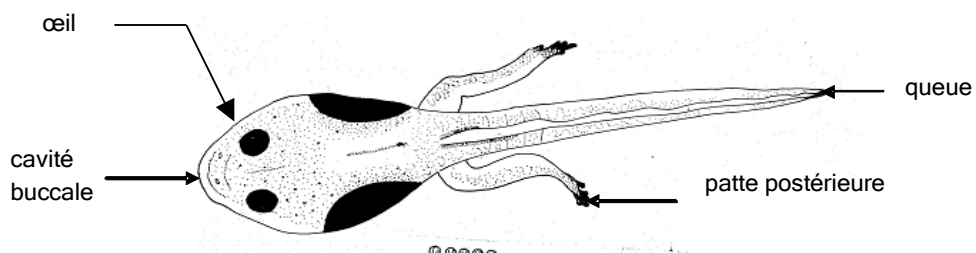


Figure 20: Vue dorsale d'un têtard de 42 jours : début de la métamorphose (Razanadravoninirina, 2005).

La métamorphose commence à partir du 43^e jour. Rappelons qu'elle consiste chez les Amphibiens en des changements profonds à la fois externe et interne permettant le passage de la vie aquatique à la vie aérienne. Durant ce stade, il y a un ralentissement des

activités des têtards. Ils se nourrissent très peu et sont amaigris. Ce comportement persiste jusqu'à la disparition de la queue (Figure 21). La quantité de terre dans les aquaria est augmentée au fur et à mesure que les têtards subissent la métamorphose pour éviter la noyade de ces derniers.

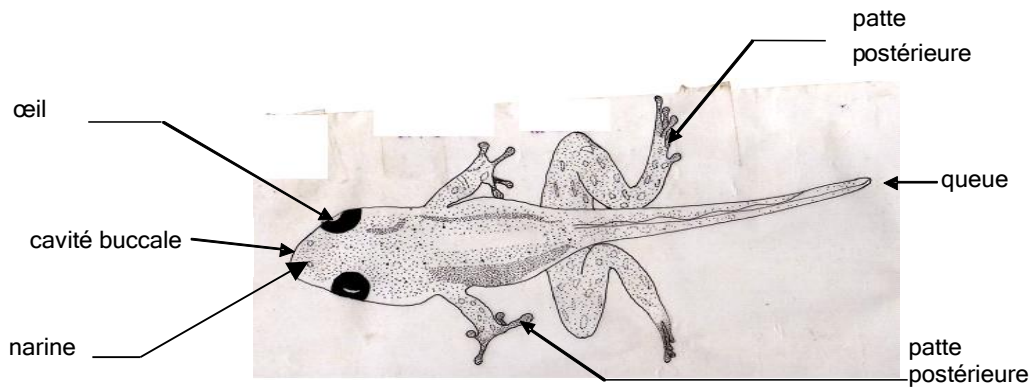


Figure 21: Vue dorsale d'un têtard de 43 jours : début de la résorption de la queue (Razanadravoninirina, 2005).

La métamorphose affecte aussi bien la morphologie externe que l'anatomie.

Changement externe : La queue disparaît progressivement. La pigmentation de la peau est de plus en plus opaque pour avoir la couleur des adultes, les organes internes ne sont plus visibles par transparence. La tête prend une forme angulaire et se termine par un museau élargi et aplati.

Changement interne: Il y a un raccourcissement de l'intestin, les branchies disparaissent et les poumons sont fonctionnels puisque les juvéniles ne restent plus dans l'eau.

Vers le 49^e jour, la métamorphose est complète. Un individu juvénile ressemble entièrement à un adulte sauf au niveau de la taille qui est plus petite (Figure 22). Les têtards reprennent leurs activités, ils mènent désormais une vie terrestre. Les juvéniles se déplacent par sauts et bonds successifs en se servant des deux membres. C'est le moment où ils doivent être transférés dans le terrarium de nouveau et sont élevés comme les individus adultes.

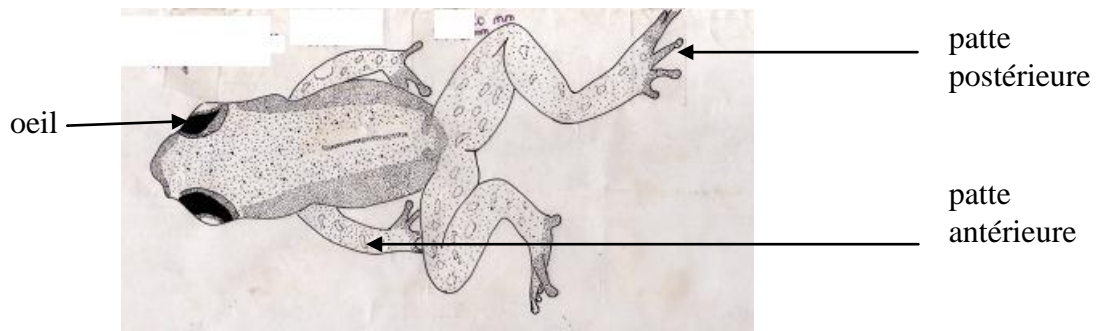


Figure 22: un juvénile de 49 jours : fin de la métamorphose
(Razanadravoninirina, 2005).

Le Tableau 2 suivant donne le pourcentage de réussite depuis le stade œuf jusqu'à la métamorphose complète.

Tableau 2. Pourcentage de réussite depuis le stade œuf jusqu'à la métamorphose complète

Ponte	Date de la ponte	Nombre d'œufs	Date d'éclosion	Nombre d'œufs éclos	Taux de réussite à l'éclosion	Date de la métamorphose complète	Nombre de juvéniles	Taux de réussite à la fin de la métamorphose complète
1	27/12/2004	61	29/12/2004	59	96,72 %	15/02/2005	49	83,05 %
2	04/01/2005	57	10/01/2005	53	92,98 %	26/02/2005	30	56,60 %
3	13/01/2005	61	17/01/2005	50	81,96 %	27/02/2005	32	64 %
TOTAL		179		162	90,50 %		111	68,51 %
DUREE MOYENNE	(ponte à éclosion : 5 jours)			(éclosion à métamorphose complète: 45 jours)				

D'après ces résultats, sur les 162 œufs éclos, 111 ont évolués jusqu'au stade juvénile ce qui représente un taux de réussite de 68,51 % à la fin de la métamorphose complète.

III.2.4. Des juvéniles au stade adultes : Réussite et Rentabilité de l'élevage

Les juvéniles issus des 3 pontes sont tous arrivés à l'âge adulte reproducteur (source : Pet Farm). La maturité sexuelle est atteinte environ une année après l'éclosion. Autrement dit, le cycle biologique complet de *Mantella viridis* dure plus d'une année, environ 14 mois selon les conditions d'élevage et l'état de santé des individus.

III.2.5. Croissance

Le Tableau 3 suivant récapitule les données morphométriques illustrant la croissance des têtards de chaque ponte.

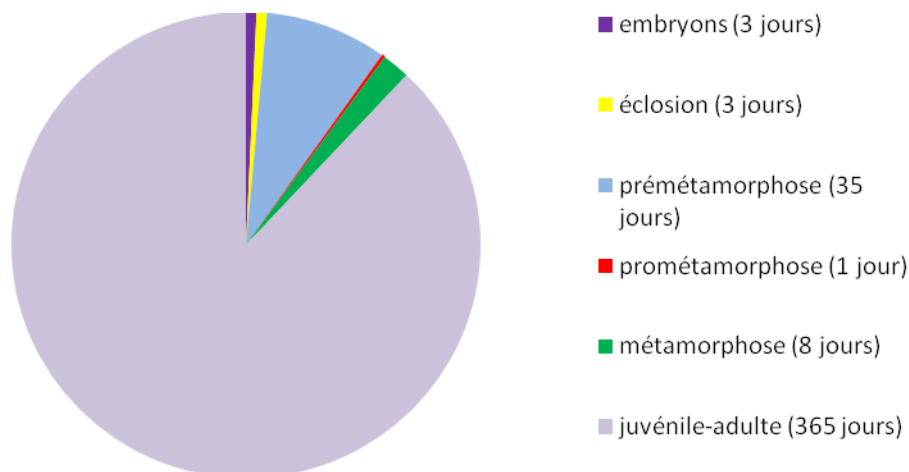
Tableau 3. Taille des têtards au cours des différents stades larvaires

			Ponte 1	Ponte 2	Ponte 3
Stades de Gosner (1960)	Stade de développement	Age (jours)	LoC (mm)		
1-19	Embryons	1-3	-	-	-
20-25	Eclosion	4-6	-	-	-
26-41	Têtards ou prémétamorphose	7-41	17-25,9 mm	9,5-26,2 mm	8,9-26,9 mm mm
42-46	prométamorphose et métamorphose	42-50	18,5-10 mm	16-10,6 mm	24,2-14 mm

D'après ce tableau, le stade prémétamorphose est le stade le plus long car il dure en moyenne 35 jours. C'est durant cette période que la croissance des têtards est la plus rapide. Ils y atteignent la taille maximale. Le stade le plus court est la prométamorphose : 1 jour, et c'est à partir de ce stade que la croissance ralentit. La métamorphose dure en moyenne 8 jours, elle est surtout marquée par l'immobilité des têtards et des changements externes et internes de ces derniers.

Au cours de la mensuration des têtards, la taille et la longueur de la queue ont été prises en compte. A la fin de la métamorphose, comme il y a une disparition de la queue, la taille diminue. Le tableau ci-dessus montre la taille à partir de la prométamorphose jusqu'à la fin de la métamorphose. Les juvéniles de la ponte 3 ont une grande taille par rapport aux deux autres même si au stade têtard cette différence de taille n'est pas remarquable.

Le diagramme suivant résume la durée des différents stades du cycle biologique de *Mantella viridis* élevés en captivité :



La durée des différents stades du cycle biologique de *Mantella viridis* élevés en captivité

III.3. Mode de vie

III.3.1. Morbidité

Malgré l'aspect chétif de la plupart des individus adultes et le comportement de rester groupés sous la mousse pendant certaines périodes de suivi, aucun état de morbidité n'a été enregistré. Autrement dit, les grenouilles supportent les conditions écologiques (température, humidité relative) dans le terrarium.

III.3.2. Mortalité

Chez les têtards, par contre, un seul a été retrouvé mort dans l'aquarium. Il fait partie de la deuxième ponte. Chez les adultes, la mortalité est nulle. L'élevage en captivité de *Mantella viridis* est donc possible et il peut être même rentable, si les conditions nécessaires pour leur développement optimal sont respectées.

DISCUSSION

Partie IV : DISCUSSION

Paramètres écologiques

Certes, le terrarium est différent de l'habitat naturel des individus adultes. Or, les températures ainsi que les valeurs de l'humidité relative enregistrées dans le terrarium durant le suivi sont optimales pour permettre aux individus de *Mantella viridis* de se développer et de se reproduire normalement. La présence des pontes et le développement des têtards jusqu'à la métamorphose complète en témoignent. Cette situation suggère ainsi la capacité de cette espèce dont l'aire de répartition est restreinte dans l'extrême nord de l'île de se développer normalement en captivité. Cela suppose aussi que c'est une espèce qui présente une certaine tolérance vis-à-vis du changement de son milieu de vie. Dans la nature, *M. viridis* fréquente surtout le milieu relativement ouvert, dans la zone dégradée en dehors de la forêt (Bora, 2005).

Les individus adultes s'entassent par groupe sous les mousses dans le terrarium. Ce comportement correspond à ce qui se passe dans la nature. Effectivement, dans leur habitat naturel, en dehors de la période de reproduction, les grenouilles restent groupées sous des feuilles mortes sèches la plupart du temps. A partir des périodes de parades nuptiales jusqu'à la ponte, le phénomène inverse se produit, c'est-à-dire les grenouilles sortent de temps à autre de leur cachette (Glaw & Vences, 2007). Toutefois, ce comportement dans la nature pourrait être en relation à la recherche d'un abri ou d'un endroit plus humide car cette région du nord est plus chaude. Comme les individus adultes de *M. viridis* fréquentent aussi des milieux ouverts, c'est un moyen de se protéger contre les prédateurs. Dans le cas d'élevage en captivité, trois explications peuvent être avancées. Premièrement, ce comportement de regroupement constituerait une réaction d'adaptation à un nouvel endroit ou habitat. Ils ont ainsi besoin d'un certain laps de temps pour mieux s'adapter. Deuxièmement, sous les mousses, ils peuvent trouver plus d'humidité et de fraîcheur comme dans leur milieu naturel. Et, troisièmement, ce comportement peut être un signe de stress. Comme il y a plusieurs individus dans une surface restreinte, ils n'ont peut être plus une envie de bouger, mais de rester entasser dans un coin. Toutefois, un tel entassement se rencontre aussi dans la nature (Raselimanana, comm. pers.), ce qui signifie qu'il s'agit d'un comportement naturel. Une étude plus approfondie s'avère ainsi nécessaire pour mieux élucider ces observations. Mais, malgré cette situation, aucun individu morbide ou mort n'a été rencontré pendant la période de suivi.

Ponte, développement et croissance : Réussite de l'élevage en captivité

Par rapport au nombre total de 88 individus adultes dont 71 mâles et 17 femelles, les trois pontes enregistrées sont très faibles. D'une manière générale, un seul mâle pour deux femelles est suffisant pour une reproduction normale (Staniszewski, 1998). La fuite des grenouilles sous les mousses réduit beaucoup la probabilité de la rencontre entre mâles et femelles. Un seul mâle a été remarqué émettre des cris près de la mangeoire. Le stress provoqué par le changement d'habitat pourrait avoir aussi un certain impact dans la stimulation du mode de reproduction de *Mantella viridis* élevés en captivité. Rappelons que chez les amphibiens, la rencontre entre les deux sexes et la fertilisation des œufs pondus sont toujours précédés par cette parade nuptiale caractérisée par des cris d'appels émis par le mâle. Chez la plupart des grenouilles le rassemblement dans un endroit pendant la période de reproduction est très fréquente. Autrement dit, avant ce moment propice pour l'accouplement, les individus sont éparpillés dans la forêt. Le cri d'appel constitue ainsi une sorte de préparation pour la reproduction (Raselimanana, comm. pers.). Dans ce cas d'élevage en captivité, le rassemblement a déjà eu lieu avant la période critique et l'absence de cette phase préparative pourrait avoir une influence sur le comportement de reproduction chez *Mantella viridis*. Une étude plus poussée s'avère cependant nécessaire pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

D'autre part, les paramètres écologiques telles la température ambiante, la photopériode, la nourriture et l'humidité relative dans l'habitat des individus adultes influencent la reproduction (Zimmermann & Zimmermann, 1994). En effet, les interactions entre ces facteurs environnementaux peuvent accélérer, retarder voire inhiber la reproduction en agissant sur la production ou non des hormones. Ceci pourrait expliquer la variation des durées du développement et de la croissance des têtards de chaque ponte. Le faible nombre de pontes obtenu au cours de la présente étude pourrait être expliqué par le fait que les valeurs des paramètres écologiques dans le terrarium n'étaient pas optimales pour stimuler les grenouilles à la reproduction. Cette dernière nécessite aussi de l'énergie (Zimmermann & Zimmermann, 1994). Cette énergie permet entre autres la formation des spermatozoïdes, de l'ovule, l'émission des cris chez les mâles, ... Autrement dit, la nourriture qui est la source d'énergie des individus adultes joue un rôle important dans la reproduction. Etant donné que les informations concernant le régime alimentaire de

Mantella viridis sont presque inexistantes, le rapport entre la manière de les nourrir exclusivement avec des termites et le nombre de pontes obtenues durant cette étude constitue par conséquent un sujet de réflexion.

En dépit de ce faible taux de ponte, 81,96 % à 96,72 % des œufs pondus sont arrivés jusqu'à l'éclosion. Sur les 179 œufs, 17 seulement ne sont pas éclos. Deux explications peuvent être apportées pour ces constatations. D'abord, les conditions du milieu d'élevage ne reflètent pas vraiment celles du milieu naturel, mais comme *M. viridis* est une espèce plutôt adaptée aux facteurs écologiques relativement sévère (milieu ouvert, assez sec et chaud), les quelques pontes obtenues sont arrivées à terme. Ensuite, le faible taux de ponte compensé par un taux de réussite élevé pourrait être une stratégie de reproduction adoptée par cette espèce, afin d'investir moins d'énergie dans la reproduction, mais optimiser la réussite du processus reproductif après la ponte (Stebbins *et al.*, 1997), et ceci pour limiter la compétition dans la quête des espaces et des ressources. Enfin, la reproduction chez cette espèce pourrait connaître une certaine fluctuation cyclique, mais elle est relativement importante et capable d'assurer le renouvellement constant de la population. Quoi qu'il en soit un taux de réussite de plus de 85 % est déjà important. Il est fort probable qu'un tel taux n'est pas atteint dans le milieu naturel sinon il y aurait une surpopulation.

La cause de la mort d'un têtard n'est pas connue. Il a la même taille que les autres têtards de la même ponte. Par ailleurs, aucun signe de cannibalisme ni de compétition remarquable entre têtards de la même ponte n'a été rencontré. En outre, les têtards de *Mantella viridis* ne présentent vraisemblablement pas aucun signe de stress. Il semble alors que l'aquarium constitué d'eau stagnante aménagé pour servir d'habitat, la variation du pH de l'eau, le fait de changer l'eau tous les jours, l'alimentation fait d'un produit destiné aux alevins répondent aux besoins de ces têtards pour assurer leur développement normal. Il est cependant difficile de confirmer que les conditions écologiques dans le milieu naturel sont similaires à celles-ci, car aucune information relative à cette situation ne sont pas encore disponibles.

La durée de développement (fécondation jusqu'à la métamorphose complète) pour les 3 pontes se différencient de 3 à 5 jours. La durée d'un cycle biologique de *M. viridis* surtout entre la fécondation et le stade juvénile est de courte durée par rapport à d'autres espèces notamment *Mantella auriantica* qui a à peu près le même genre de vie : diurne, terrestre. Pour des individus élevés en captivité et dans les mêmes conditions pour ces 2 espèces, cette période du cycle est de 50 jours pour *M. viridis* contre 61 jours pour *M. auriantica* (Ravolaharifeno, 2012). La différence se situe au niveau de la durée de la

prémétamorphose. En effet, le développement des organes y est plus rapide pour *M. viridis* et les têtards sont plus robustes vu le faible taux de mortalité. Selon notre résultat, le nombre de juvéniles obtenus (111) par rapport aux œufs pondus (179) est élevé. Autrement dit, les têtards s'adaptent à l'élevage en captivité. Par contre, la durée d'un stade est difficile à délimiter surtout ceux qui suivent la fécondation et ceux durant la prémétamorphose. Or, chaque stade représente une phase importante d'un cycle biologique et peut contenir des données essentielles sur l'espèce. Diverses expériences et études nécessitent encore d'être menées afin d'approfondir la connaissance sur la biologie et l'écologie dans le but d'apporter des améliorations dans les techniques d'élevage pour une rentabilité optimale.

CONCLUSION

CONCLUSION

Mantella viridis, espèce endémique malgache, ayant une répartition géographique restreinte dans l'extrême nord de Madagascar et qui fait l'objet d'une exploitation commerciale est capable de se développer et de se reproduire en captivité. Les techniques d'élevage de cette espèce semblent être faciles à manipuler en respectant certaines règles entre autres le transfert des têtards après éclosion, le nettoyage journalier des habitats aménagés pour eux ainsi que le respect de la qualité et du type d'alimentation. Le faible nombre de ponte compensé par un taux de mortalité très faible suggère une faisabilité et une rentabilité de l'élevage en captivité de cette espèce.

Un cycle biologique complet de *Mantella viridis* depuis le stade œuf au stade adulte reproducteur dure plus d'une année en captivité. La phase du cycle du stade œuf au stade juvénile dure en moyenne 50 jours. Dans cette partie du cycle, le stade têtard est le plus long. Elle correspond à la prémetamorphose (stades 26-41) selon la référence de Gosner. Elle dure en moyenne 35 jours et c'est pendant cette période que la croissance est la plus rapide. La métamorphose (stades 42-46) selon la référence de Gosner, qui dure en moyenne 8 jours, constitue une phase cruciale : c'est pendant cette période que les têtards se transforment progressivement en juvéniles à travers des modifications à la fois morphologique et anatomique. Il y a aussi, pendant la métamorphose, un changement radical de leur mode de vie : vie aquatique à vie terrestre. Par contre, le stade le plus court reste inconnu étant donné qu'au début du cycle, le passage d'un stade à l'autre est très rapide et mal délimité. Il en est de même pour la détermination de la période à partir de laquelle les juvéniles devenus adultes sont capables de se reproduire. Toutefois, les périodes pendant lesquelles les individus sont les plus vulnérables se situent pendant les 3 premiers jours du cycle : stade 1-19 de la référence de Gosner et pendant la métamorphose où les juvéniles change de mode de respiration.

En résumé, l'élevage en captivité est faisable et rentable pour la conservation et la gestion durable de *Mantella viridis* qui est une espèce « En danger » mais des problèmes restent encore à résoudre. Ainsi, la réalisation des études sur les effets de la variation des paramètres écologiques des terraria et aquaria sur leur mode de vie et surtout sur la reproduction en captivité s'avère nécessaire puisque l'élevage serait un échec si les individus n'arrivent pas à se reproduire. Parallèlement, les connaissances sur le régime alimentaire dans le milieu naturel et sur les différentes techniques tel l'élevage dans la nature c'est-à-dire en dehors du

terrarium méritent d'être approfondies pour améliorer l'élevage en captivité et les résultats y afférents et par conséquent, pour faciliter la réintroduction.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Altig, R. & McDiarmid, R. W. 2006. Descriptions and biological notes on three unusual mantellid tadpoles (Amphibia: Anura: Mantellidae) from southeastern Madagascar. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 119: 418-425.

Bora, P. 2005. Contribution à l'étude écologique et biogéographique de *Mantella aurantiaca*, *M. cowani*, *M. bernhardi*, *M. expectata* et *M. haraldmeieri* (Anoures – Mantellinae) dans les régions de Moramanga, Antoetra, Ranomafana, Tolongoïna, Isalo et Tolagnaro (Madagascar). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) – Département de Biologie Animale – Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo, 106p.

D'Cruze, N., Sabel, J., Green, K., Dawson, J., Gardner, C., Robinson, J., Starkie, G., Vences, M. & Glaw, F. 2007. The first comprehensive survey of amphibians and reptiles at Montagnes des Français, Madagascar. *Herpetological Conservation and Biology*, 2: 87-99.

D'Cruze, N., Köhler, J., Franzen, M. & Glaw, F. 2008. A conservation assessment of the amphibians and reptiles of Forêt d'Ambre Special Reserve, north Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 3(1): 44-54.

Glaw, F. & Vences, M. 1994. *A fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar*. Second edition. Cologne, Vences & Glaw Verlag, 480p.

Glaw, F. & Vences, M. 2007. *A fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar*. Third edition. Cologne, Vences & Glaw Verlag, 498p.

Glaw, F., Köhler, J., de la Riva, I., Vieites, D. R. & Vences, M. 2010. Integrative taxonomy of Malagasy treefrogs: combination of molecular genetics, bioacoustics and comparative morphology reveals twelve additional species of *Boophis*. *Zootaxa*, 2383: 1-82.

Gosner, K. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on their identification. *Herpetologica*, 16: 183-190.

Jovanovic, O., Glos, J., Glaw, F., Randrianiaina, R.-D. & Vences, M. 2009. Comparative larval morphology in Madagascar frogs of the genus *Mantella* (Amphibia: Mantellidae), *Zootaxa*, 2124: 21-37.

Mercurio, V. & Andreone, F. 2006. The tadpoles of *Scaphiophryne gottlebei* (Microhylidae: Scaphiophryninae) and *Mantella expectata* (Mantellidae: Mantellinae) from Isalo Massif, south-central Madagascar. *Alytes*, 23(3-4): 81-95.

Mercurio, V. & Andreone, F. 2008. New distribution data of the green mantella, *Mantella viridis*, from northern Madagascar (Anura: Mantellidae). *Herpetology Notes*, 1: 3-7.

Pintak, T. & Böhme, W. 1988. *Mantella viridis* sp. n. aus Nord-Madagascar. *Salamandra*, 24(2/3): 119-124.

Rakotomavo, H. E. R. 1999. La filière Batraciens vivants de Madagascar. Projet d'Ingénieur – Département Eaux et Forêt – ESSA – Université d'Antananarivo.

Ramilijaona Ravoahangimalala, O., Raminosoa Rasoamampionona, N., Rakotondravony, D., Rabemananjara, F., Bora P., Razafindrabe, T. J. 2003-2004. Données sur les Grenouilles du Genre *Mantella spp.* Endémique de Madagascar, Biologie-Ecologie. AC22 Doc. 10.3, Annexe 3. Département de Biologie Animale – Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo. 56p.

Ravolaharifeno, E. 2012. Contribution à l'étude du cycle biologique et du mode de vie en captivité de *Mantella aurantiaca*. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) – Département Biologie Animale – Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo. Pp 17-43.

Staniszewski, M. 1998. *The Golden Mantella Handbook*. Worcestershire, England: Neurogus Books. 75p.

Stebbins, R. C. & Cohen N. W. 1997. *A Natural history of Amphibians*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. Pp: 140-194.

Tessa, G., Mattioli, F., Mercurio, V. & Andreone, F. 2009. Egg numbers and fecundity traits in nine species of *Mantella* poison frogs from arid grasslands and rainforests of Madagascar (Anura: Mantellidae). *Madagascar Conservation & Development*, 4: 113-119.

Tubbs, L. O. E., Stevens, R., Wells, M. & Altig, R. 1993. Ontogeny of the oral disc apparatus of the tadpole of *Bufo americanus*. *Amphib.-Reptilia*, 14: 333-340.

Vallan, D. (2003). Consequences of forest fragmentation on the herpetofauna of the nature reserve of Ambohitantely. In: Goodman, S. M. & Benstead, P. (Eds.), *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press. Pp. 899-907.

Vences, M., Glaw, F. & Böhme, W. 1999. A review of the genus *Mantella* (Anura, Ranidae, Mantellinae): taxonomy, distribution and conservation of Malagasy poison frogs. *Alytes*, 17(1-2): 3-72.

Vences, M., Chiari, Y., Raharivoloniaina, L. & Meyer, A. 2004. High mitochondrial diversity within and among populations of Malagasy poison frogs. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30: 295-307.

Vences, M., Glaw, F., Köhler, J. & Wollenberg, K. C. 2010. Molecular phylogeny, morphology and biacoustics reveal five additional species of arboreal microhylids of the genus *Anodonthyla* from Madagascar. *Contributions to Zoology*, 79: 1-32.

Vieites, D. R., Wollenberg, K. C., Andreone, F., Köhler, J., Glaw, F. & Vences, M. 2009. Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative amphibian inventory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 8267-8272.

Zimmermann, E. & Zimmermann, H. 1994. Reproductive strategies, breeding and conservation of tropical frogs: dart-poison frogs and Malagasy poison frogs. In *Captive management and conservation of Amphibians & Reptiles*. Murphy, J. B., Adler, K. & Collins, J. T. (eds.). Society for the study of Amphibians and Reptiles. Ithaca, New York, USA. Pp: 255-266.

CITES, 22 juillet 2011. Rapport de la Vingtième-cinquième session du Comité pour les animaux. AC25 Doc9.3. : 3.

www.cites.org

www.unep-wcmc-apps.org (IUCN redlist)

ANNEXES

Annexe I : Fiches techniques

Ia. Suivi des adultes

Site :	Terrarium :	Effectif :
Année :	Mois :	Jour :
		Heures :
Espèce		
Lieu de collecte		
Stade de développement	Adulte :	Juvénile : têtard ?
Sexe	Femelle :	Mâle :
État de reproduction	Femelle gravide :	Mâle chantant : Ponte :
	Nb d'œufs :	
Activités	Alimentation :	Repos :
	Amplexus :	
Nourriture	Nature :	Origine : Fréquence :
	Quantité :	
Etat de Santé	Normal :	Cachectique : Malade :
Conditions du milieu	Température° :	Luminosité :
	Humidité Relative :	Huméfaction :
	Fréquence :	
Mousse	Couleur :	Humidification :
	Odeur :	Remplacement :
Mortalité	Mâle :	Femelle :
Observations		

Ib. Suivi des têtards

Etude : Mois : Heure: Terrarium/Aquarium : Espèce :									
Stade	Jours								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Adultes non gravides									
Adultes gravides									
Œufs									
Têtards									
Juvéniles									

Annexe II : Evolution post-embryonnaire

II.a. Têtards de la Ponte 1

Date	NE1	LoC	LaT	LoT	LMP	LMA	A	St	T°	pH1
15/02/2005	1	10	4	4	12	6	49	juvénile	23°C	7
	2	10,3	4,2	4,2	12,1	6,2				
	3	10	4,3	4	11,9	5,8				
11/02/2005	1	18,5	3,6	3,5	11,4	3,5	45	têtard	21°C	entre 6-7
	2	17,8	3,6	3,4	10,8	3,6				
07/02/2005	1	25,9	5,8	8	9,2	0	41	têtard	20°C	entre 6-7
	2	25,7	5,7	7,9	9,3	0				
28/01/2005	1	23	5,1	8	2,8	0	31	têtard	23°C	entre 6-7
	2	22,8	5	8	2,7	0				
24/01/2005	1	28,8	5,9	8,7	4	0	27	têtard	22°C	entre 6-7
20/01/2005	1	22	5,6	8,3	0	0	23	têtard	20°C	7
17/01/2005	1	19,2	5,3	7,4	0	0	20	têtard	19°C	entre 6-7
	2	19,4	5,4	7,3	0	0				
14/01/2005	1	18	5,1	7,2	0	0	17	têtard	22°C	entre 6-7
	2	18	5,2	7,2	0	0				
11/01/2005	1	17,5	5	7	0	0	14	têtard	20°C	entre 6-7
	2	17,3	5	6,8	0	0				
	3	17	4,8	6,6	0	0				
	4	17,8	5,1	7	0	0				

D : Date

NE : Nombre d'Echantillons

A : Age (jour)

St : Stade de développement

T° : Température (°C)

LMP : Longueur du Membre Postérieur (mm)

LMA : Longueur du Membre Antérieur (mm)

LoC : Longueur du Corps (mm)

LaT : Largeur de la Tête (mm)

LoT : Longueur de la Tête (mm)

II.b. Têtards de la Ponte 2

D2	NE2	LoC2	LaT2	LoT2	LMP2	LMA2	A2	ST2	T2	pH2
25/02/2005	1	11	4,5	4,6	6,6	3,3	52	juvénile	22°C	7
	2	10,6	4,3	4,4	5,8	3				
22/02/2005	1	16	4,5	5,6	7,8	2,7	49	juvénile	22°C	entre 6-7
	2	15,8	4,4	5,5	7,6	2,4				
15/02/2005	1	26	5,6	8,2	8,6	0	42	têtard	23°C	entre 6-7
	2	26,2	5,7	8,4	8,6	0,5				
	3	25,7	5,5	8	8,4	0				
11/02/2005	1	25,8	5,2	8,4	8,2	0	38	têtard	21°C	entre 6-7
	2	26	5,2	8,3	8,3	0				
07/02/2005	1	26,1	5,5	8,3	4	0	34	têtard	20°C	entre 6-7
	2	26,3	5,6	8,5	4,1	0				
28/01/2005	1	23	5,6	8,2	0	0	24	têtard	23°C	entre 7-8
	2	22,8	5,5	8	0	0				
24/01/2005	1	17	4,5	5,2	0	0	20	têtard	22°C	entre 6-7
	2	17,1	4,4	5	0	0				
20/01/2005	1	15,4	3,4	4,6	0	0	16	têtard	20°C	entre 6-7
	2	15,8	3,9	4,7	0	0				
14/01/2005	1	10,4	2,9	4,3	0	0	10	têtard	22°C	entre 7-8
	2	10,2	2,6	4	0	0				
11/01/2005	1	9,5	2	3,4	0	0	7	têtard	20°C	entre 6-7
	2	9,6	2	3,6	0	0				
	3	9,8	2,3	3,7	0	0				

D : Date

NE : Nombre d'Echantillons

A : Age (jour)

St : Stade de développement

T° : Température (°C)

LMP : Longueur du Membre Postérieur (mm)

LMA : Longueur du Membre Antérieur (mm)

LoC : Longueur du Corps (mm)

LaT : Largeur de la Tête (mm)

LoT : Longueur de la Tête (mm)

II.c. Têtards de la Ponte 3

D3	NE3	LoC3	LaT3	LoT3	LM3	LMA3	A3	ST3	T3	pH3
02/03/2005	1	15,2	5,5	5,9	9,2	3,6	48	juvénile	24°C	entre 6-7
	2	14	4,8	5,2	8,4	2,6				
25/02/2005	1	24	5,5	8,3	9,3	2,3	43	juvénile	22°C	entre 7-8
	2	24,2	5,6	8,3	9,2	1,8				
22/02/2005	1	26,1	5,7	8,7	9	1,2	40	têtard	22°C	7
	2	26	5,5	8,5	8,8	1				
15/02/2005	1	30	6,1	9,3	7	0	33	têtard	23°C	entre 6-7
	2	28,9	5,8	8,9	6,2	0				
11/02/2005	1	28,1	5,6	8,9	4,2	0	29	têtard	21°C	entre 6-7
	2	28,4	5,7	8,9	4,4	0				
07/02/2005	1	26,9	5,5	8,2	0	0	25	têtard	20°C	entre 6-7
	2	27	5,5	8	0	0				
28/01/2005	1	17,4	5	7,1	0	0	15	têtard	23°C	7
	2	17,2	4,7	6,8	0	0				
24/01/2005	1	10,7	3	4,3	0	0	11	têtard	22°C	7
	2	11,2	3,4	4,5	0	0				
20/01/2005	1	9	1,8	3,3	0	0	7	têtard	20°C	7
	2	8,9	1,8	3	0	0				

D : Date

NE : Nombre d'Echantillons

A : Age (jour)

St : Stade de développement

T° : Température (°C)

LMP : Longueur du Membre Postérieur (mm)

LMA : Longueur du Membre Antérieur (mm)

LoC : Longueur du Corps (mm)

LaT : Largeur de la Tête (mm)

LoT : Longueur de la Tête (mm)

**Annexe III : Données météorologiques de la région d'Antsiranana en 2005 (Source :
Direction Générale de la Météorologie, Ampandrianomby, 2006)**

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Précipitation	274,1	131,5	151,4	101,1	12,6	1,5	3,1	6,3	17,1		31,2	130
Nombre de jours	16	22	15	10	5	3	3	7	6		10	16
Température maximum	31,1	30,4	31,7	31,8	31,1	29,7	29,8	29,2	29,8		31,9	32
Température minimum	22,8	23,6	22,7	22,8	21,9	20,3	20,2	19,2	19,6		21,8	22,7
Moyenne des températures	26,9	27	27,2	27,3	26,5	25	25	24,2	24,7		26,8	27,3

Annexe IV : Valeurs de paramètres écologiques (Humidité Relative, et Température) à l'intérieur du terrarium

Le tableau suivant résume les valeurs minimale et maximale mensuelles de l'Humidité Relative et de la Température à l'intérieur du terrarium dans lesquels sont élevés les adultes de *Mantella viridis* pendant les deux périodes de suivi :


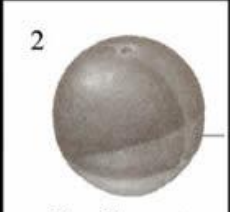







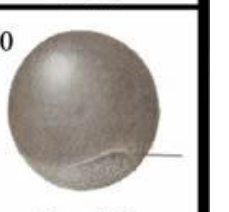

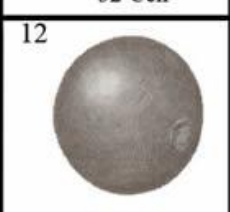

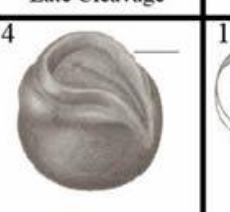
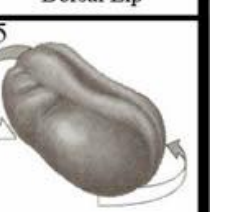
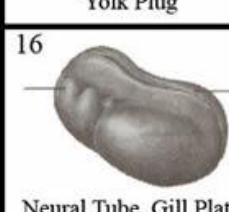
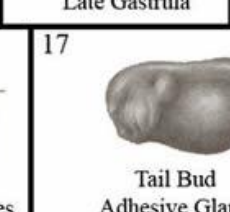
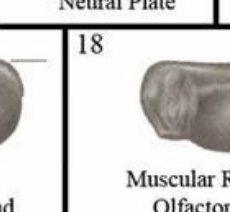
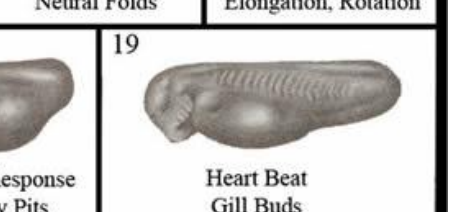
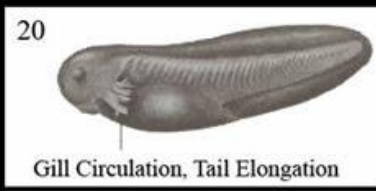
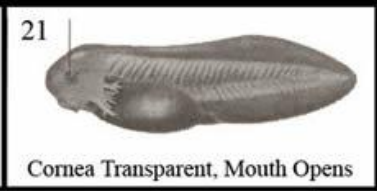

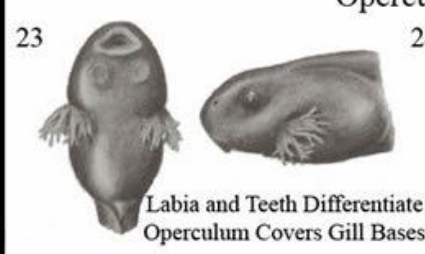
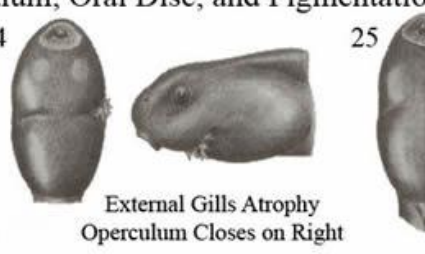
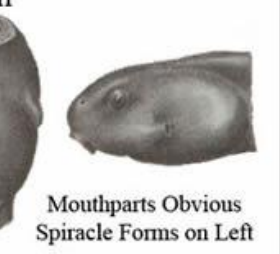
HR : Humidité Relative (%)

T : moyenne mensuelle de la Température (°C)

Années	Mois	HR		T	
		Min	Max	Min	Max
2003	Décembre	93	97	21,5	23
2004	Janvier	91	95	21	23
	Février	94	98	20,5	23
	Mars	92	96	21	22
	Avril	91	94	20	23
2005	Janvier	90	94	21	23
	Février	93	96	20	22

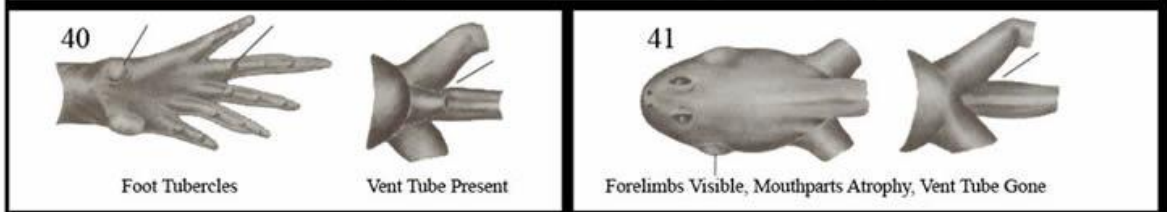
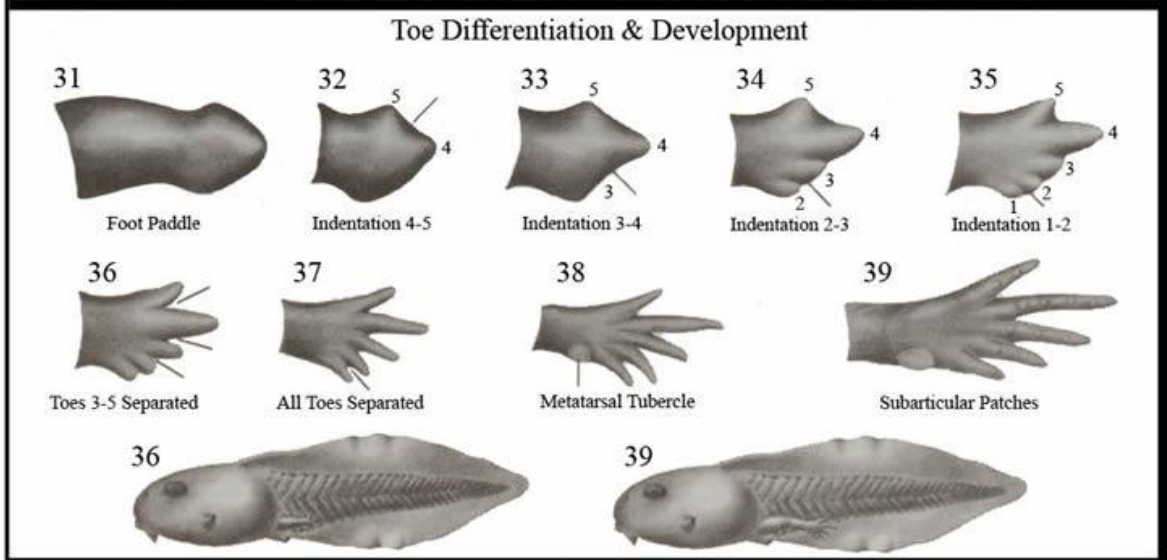
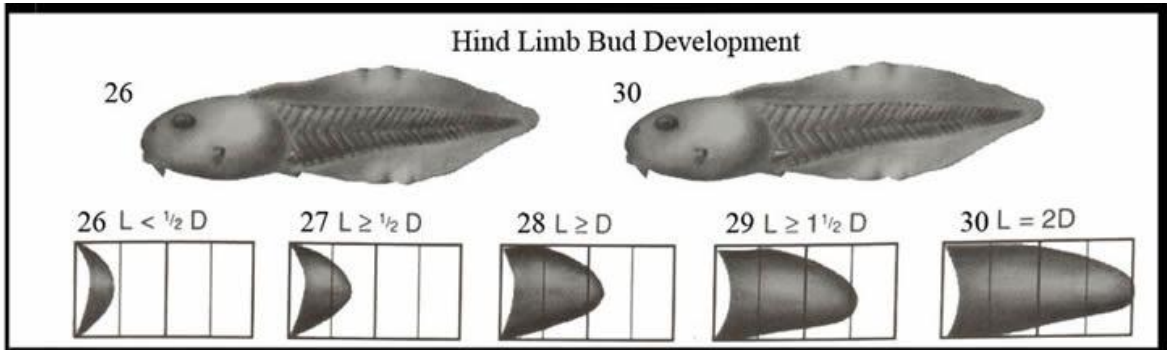
Annexe V : Références de Gosner (1960)

E
M
B
R
Y
O
S

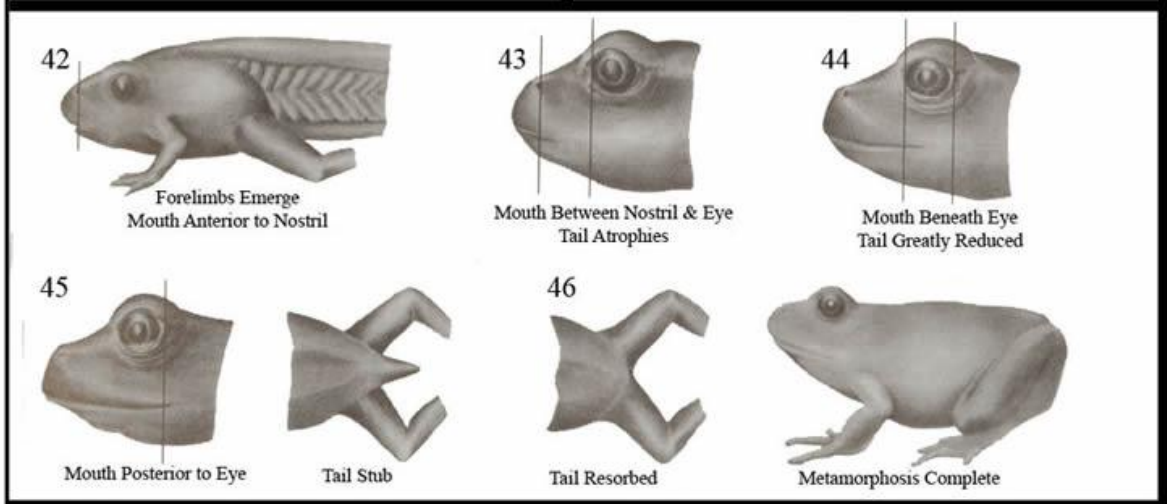
1  Fertilization	2  Gray Crescent	3  2-Cell	4  4-Cell	5  8-Cell
6  16-Cell	7  32-Cell	8  Midcleavage	9  Late Cleavage	10  Dorsal Lip
11  Yolk Plug	12  Late Gastrula	13  Neural Plate	14  Neural Folds	15  Elongation, Rotation
16  Neural Tube, Gill Plates	17  Tail Bud Adhesive Gland	18  Muscular Response Olfactory Pits	19  Heart Beat Gill Buds	
20  Gill Circulation, Tail Elongation	21  Cornea Transparent, Mouth Opens	22  Tail Fins Transparent, Fin Circulation		
Operculum, Oral Disc, and Pigmentation				
23  Labia and Teeth Differentiate Operculum Covers Gill Bases	24  External Gills Atrophy Operculum Closes on Right	25  Mouthparts Obvious Spiracle Forms on Left		

H
A
T
C
H
L
I
N
G
S

L
A
R
V
A
E



M
E
T
A
M
O
R
P
H
S



CONTRIBUTION A L'ETUDE DU CYCLE BIOLOGIQUE EN CAPTIVITE DE *Mantella viridis* (Pintak & Böhme, 1988), UNE ESPECE D'AMPHIBIEN ENDEMIQUE DE MADAGASCAR

RÉSUMÉ

Le cycle biologique de *Mantella viridis* a été étudié à travers des suivis des individus élevés en captivité. L'étude a été effectuée du 15 décembre 2003 au 30 avril 2004, puis du 03 janvier au 15 février 2005. *M. viridis* est une espèce endémique de l'extrême nord de Madagascar. En dépit de son statut « En Danger » et de la perturbation de son habitat, elle est très convoitée au niveau du marché international. L'objectif est d'analyser le développement et la reproduction en captivité de cette espèce pour mieux concevoir une stratégie pour sa conservation et sa gestion durable. La température, l'humidité relative et le pH sont quotidiennement prélevés et le suivi concerne les observations des adultes et têtards ainsi que le comptage et la mensuration des oeufs à chaque stade. La réussite de l'élevage est évaluée à travers le pourcentage des oeufs éclos arrivant au stade adulte. L'arrivée à terme des trois pontes obtenues, les faibles taux de mortalité (adultes : 0 %, têtards : 31,48 %) ont révélés que les individus s'adaptent bien aux conditions du milieu d'élevage. Les taux d'éclosion (90,50 %) et de réussite (68,51 %) suggèrent la rentabilité de l'élevage. Le cycle biologique en captivité de *M. viridis* dure en moyenne 14 mois. Malgré ce succès, des études plus approfondies s'avèrent nécessaires pour améliorer le système d'élevage et contribuer à la conservation et à la gestion de l'espèce.

Mots clés : *Mantella viridis*, élevage en captivité, cycle biologique, reproduction, conservation, Madagascar

ABSTRACT

The biological cycle of *Mantella viridis* was assessed through the monitoring of individuals in captivity breeding. The study was carried-out from 15 December 2003 to 30 April 2004, then from 03 January 2005 to 15 February 2005. *M. viridis* is an endemic species to the extreme northern of Madagascar. Despite its status of "Endangered" species and the disturbance of its habitat, this species is strongly demanded in international trade. The objective is to analyse the growth and the reproduction in captivity of this species for conceiving well sound conservation strategy and a sustainable management. The temperature, the humidity and the pH were measured each day; monitoring includes also observation of adults and tadpoles activities as well as the mensuration and count of the eggs for each stage. The captivity breeding success is evaluated through the percentage of eggs being hatched and arriving to adult stage. The reproduction success associated with the low death rate (adults: 0 %, tadpoles: 31,48 %) revealed that *M. viridis* are comfortable with the conditions of the captive breeding. The hatching (90,50 %) and success (68,51 %) rates are suggesting the interest of captivity breeding. The biological cycle in captivity of *M. viridis* is approximately 14 months. Although this success, more researches need to be realized to improve the captivity breeding techniques and to contribute on his conservation and management.

Key words: *Mantella viridis*, captivity breeding, biological cycle, reproduction, conservation, Madagascar

Encadreur :

Monsieur Achille Philippe RASELIMANANA

- Maître de Conférences, HADR

Impétrante :

Madame Dolette Alada RAZANADRAVONINIRINA

Adresse : ot II F 3 NVYC Antsahameva Andraisoro

Tél : 033 75 638 87

e-mail : aldadolette@yahoo.fr