

Année 2006



LES GRENOUILLES DE LA FAMILLE DES
DENDROBATIDAE

CONTRIBUTION A LA CONSERVATION *EX SITU*

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le.....

par

Benjamin Guillon.

Né le 13 mars 1979 à Evreux (Eure)

JURY

Président : M.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : M. Chermette

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'ALFORT

Assesseur : M. Tissier

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'ALFORT

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur COTARD Jean-Pierre

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles

Professeurs honoraires: MM. BORDET Roger, BUSSIERAS Jean, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Adjoint : M. DEGUEURCE Christophe, Professeur

-UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur* Mlle ROBERT Céline, Maître de conférences M. CHATEAU Henri, Maître de conférences	- UNITE D'HISTOLOGIE , ANATOMIE PATHOLOGIQUE M. CRESPEAU François, Professeur M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur * Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences
-UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE , MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur	- UNITE DE VIROLOGIE M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences
-UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE M. BRUGERE Henri, Professeur Mme COMBRISSEON Hélène, Professeur* M. TIRET Laurent, Maître de conférences	-DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES M. MOUTHON Gilbert, Professeur
-UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur * M. TISSIER Renaud, Maître de conférences M. PERROT Sébastien, Maître de conférences	-DISCIPLINE : GENETIQUE MEDICALE ET CLINIQUE Melle ABITBOL Marie, Maître de conférences
-DISCIPLINE : BIOCHIMIE M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences	-DISCIPLINE : ETHOLOGIE M. DEPUTTE Bertrand, Professeur
	-DISCIPLINE : ANGLAIS Mme CONAN Muriel, Ingénieur Professeur agrégé certifié

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. FAYOLLE Pascal, Professeur - Adjoint : M. POUCHOLON Jean-Louis , Professeur

- UNITE DE MEDECINE M. POUCHOLON Jean-Louis, Professeur* Mme CHETBOUL Valérie, Professeur M. BLOT Stéphane, Maître de conférences M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY Christelle, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. MOISSONNIER Pierre, Professeur Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mlle RAVARY Bérangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel M. HIDALGO Antoine, Maître de conférences contractuel
- UNITE DE CLINIQUE EQUINE M. DENOIX Jean-Marie, Professeur M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences* Mme GIRAUDET Aude, Professeur contractuel Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel Melle VIREVIALLE Hameline, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE RADIOLOGIE Mme BEGON Dominique, Professeur* Mme STAMBOULI Fouzia, Maître de conférences contractuel
-UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Maître de conférences* (rattachée au DPASP) M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Melle CONSTANT Fabienne, AERC (rattachée au DPASP) Melle LEDOUX Dorothée, Maître de conférences Contractuel (rattachée au DPASP)	-UNITE D'OPHTALMOLOGIE M. CLERC Bernard, Professeur* Melle CHAHORY Sabine, Maître de conférences contractuel
	- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES M. CHERMETTE René, Professeur M. POLACK Bruno, Maître de conférences* M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARNIGNAC Geneviève, Maître de conférences contractuel
	-UNITE DE NUTRITION-ALIMENTATION M. PARAGON Bernard, Professeur * M. GRANDJEAN Dominique, Professeur Mme BLANCHARD Géraldine, Professeur contractuel

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MAILLARD Renaud, Professeur - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences

-UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES M. BENET Jean-Jacques, Professeur* M. TOMA Bernard, Professeur Mme HADDAD/ H0ANG-XUAN Nadia, Maître de conférences Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences	- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE M. COURREAU Jean-François, Professeur M. BOSSE Philippe, Professeur Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Maître de conférences*
-UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur M. CERF Olivier, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences	- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences* Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences M. ADJOU Karim, Maître de conférences
- DISCIPLINE : BIostatISTIQUES M. SANAA Moez, Maître de conférences	

Mme CALAGUE, Professeur d'Education Physique

* Responsable de l'Unité

AERC : Assistant d'Enseignement et de Recherche Contr

Remerciements

Je remercie M. Chermette, professeur à l'ENVA, qui a dirigé cette thèse. Mes remerciements vont également à M. Tissier, maître de conférences à l'ENVA, ainsi qu'au président du jury, professeur à la faculté de médecine de Créteil, pour leurs conseils et pour le temps qu'ils ont consacré à la correction de ma thèse.

Je remercie mes parents et toute ma famille qui ont hébergé mes animaux lors de mes lointaines pérégrinations et qui ont supporté des nuits sans sommeil « bercées » par le chant des grillons échappés.

Je remercie toutes les personnes avec qui j'ai vécu la grande aventure du centre de soins de la faune sauvage non autochtone de l'ENVA et ma passion pour tout ce qui saute et qui rampe : les copains (Gaëlle, Mathieu, Screech, Djé Djice, NO, Tox, Céline, Fife, Alex, Cédric, Steeven et les autres), les professeurs qui ont eu foi en nous (Professeur Grandjean, Docteur. Polack), Les « maîtres » (Lionel, Philippe), les filles de l'UMES, les gars de la brigade cynotechnique des pompiers de Paris, l'équipe de la Ferme Tropicale (Karim, Ted, Pierre, Olivier, Jordy...) et tous les autres passionnés.

Un grand merci à Cindy, passionnée de grenouilles et relectrice exigeante, qui m'a donné l'énergie nécessaire pour finir cette thèse.

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
TABLE DES FIGURES	5
INTRODUCTION	7
PREMIER CHAPITRE : ZOOLOGIE	9
I PHYLOGENIE	11
A Evolution	11
B Taxonomie	12
II DESCRIPTION, REPARTITION ET BIOTOPES	15
A Description générale	15
B Répartition	15
C Biotopes	18
III ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.....	19
A Morphologie, croissance et longévité	19
B Système musculo-squelettique et locomotion.....	20
1 Bases anatomiques	20
a Squelette axial et appendiculaire	20
b Musculature	21
2 Locomotion	21
a Marche	21
b Saut.....	21
c Nage	21
C Tégument.....	23
1 Fonction de protection.....	23
2 Fonction vénééuse et fonction de communication	24
a Fonction vénééuse.....	24
b Fonction de communication.....	26
D Système nerveux et organes des sens	28
1 Système nerveux	28
2 Organes des sens	28
a Ligne latérale du têtard.....	28
b Toucher	28
c Goût.....	28
d Olfaction.....	29
e Audition.....	29
f Vision	29
E Appareil digestif et digestion	30
1 Appareil digestif.....	30
a Bouche.....	30
b Tube digestif.....	30

c	Organes annexes	30
d	Appareil digestif du têtard	31
2	Ingestion et digestion	31
a	Régime alimentaire	31
b	Capture des proies	31
c	Déglutition	31
d	Digestion	32
e	Réserves	32
F	Appareil urinaire, excrétion et équilibre hydro-ionique.....	32
1	Appareil excréteur	32
a	Néphron.....	32
b	Rein	32
c	Vessie	33
2	Excrétion	33
G	Appareil respiratoire, respiration et chant	35
1	Respiration branchiale.....	35
2	Respiration pulmonaire	35
a	Poumons.....	35
b	Ventilation pulmonaire	35
3	Respiration cutanée et buccopharyngée	36
a	Respiration cutanée.....	36
b	Respiration buccopharyngée.....	36
H	Appareil cardio-vasculaire et circulation.....	36
1	Cœur	36
a	Chez le têtard	36
b	Chez l'adulte	36
2	Vaisseaux sanguins	37
3	Sang.....	38
a	Hématies.....	38
b	Leucocytes.....	38
c	Thrombocytes	38
4	Système lymphatique	38
I	Appareil reproducteur et reproduction.....	39
1	Anatomie de l'appareil reproducteur.....	39
a	Appareil génital mâle.....	39
b	Appareil génital femelle	40
2	Reproduction	41
a	Formation du couple.....	41
b	Ponte et fécondation.....	41
c	Développement larvaire et métamorphose.....	42

DEUXIEME CHAPITRE : ASPECTS LEGAUX, CULTURELS ET TECHNOLOGIQUES..... 45

I	ASPECTS LEGAUX	47
A	Législation internationale	47
1	Convention de Washington (CITES)	47
2	Liste rouge de l'UICN.....	47
B	Législation européenne	48

C	Législation française.....	48
1	Certificat de capacité et autorisation d'ouverture.....	48
2	Arrêté « Guyane »	49
D	Conséquences pour le propriétaire	49
II	USAGES HISTORIQUES DES DENDROBATIDAE.....	51
A	Fabrication de fléchettes empoisonnées.....	51
B	Modification de la coloration des perroquets	53
III	UTILISATIONS MODERNES DES DENDROBATIDAE.....	55
A	Utilisation des toxines.....	55
1	Mécanismes d'action toxique des toxines de <i>Dendrobatidae</i>	55
2	Etudes des intoxications.....	57
a	<i>Intoxication chez les animaux</i>	57
b	<i>Extrapolation pour l'homme</i>	59
3	Utilisations expérimentales	60
a	<i>Utilisation comme analgésique</i>	60
b	<i>Utilisation comme insecticide</i>	61
B	Utilisation de l'animal	61
1	Programme de réintroduction.....	61
2	Terrariophilie.....	62
3	Illustration	62

TROISIEME CHAPITRE : ELEVAGE EN CAPTIVITE... 65

I	CHOIX DES SPECIMENS	67
A	Choix de l'espèce.....	67
B	Choix des individus.....	69
1	Prélevés dans la nature ou nés en captivité	69
2	Age des animaux	69
C	Nombre d'animaux.....	70
II	LOGEMENT.....	71
A	Choix d'un terrarium.....	71
1	Choix de la matière	71
a	<i>Surfaces transparentes</i>	71
b	<i>Surfaces opaques</i>	71
c	<i>Colle joint</i>	72
2	Dimensions.....	72
B	Aménagement du terrarium.....	73
1	Aménagement de base.....	73
a	<i>Substrat</i>	73
b	<i>Eau</i>	73
c	<i>Abris</i>	73
2	Terrarium de soin, de quarantaine ou de recherche	73
3	Terrarium régional.....	74
C	Maintenance.....	74

III PARAMETRES D'AMBIANCE.....	75
A Température	75
B Eclairage	75
C Aération et hygrométrie.....	76
1 Aération.....	76
2 Hygrométrie	76
D Précipitations	77
E Pression atmosphérique	77
IV ALIMENTATION	79
A Alimentation des stades larvaires.....	79
B Alimentation des adultes	79
C Complémentation minérale et vitaminique.....	79
V REPRODUCTION	81
A Parade nuptiale et ponte	81
B Incubation	81
C Elevage des têtards	82
D Elevage des jeunes	83
VI AFFECTIONS DES DENDROBATIDAE	85
A Prévention des maladies.....	85
B Affections des adultes	86
1 Déshydratation	86
2 Noyades	86
3 Blessures.....	86
4 « Maladie des pattes rouges » (red leg syndrom).....	86
5 « Gale »	87
6 Mycoses et pseudo-mycose	87
a Mycoses.....	87
b Mycoses à Chytridiomycetes.....	87
7 Parasitoses intestinales	88
8 « Bloating disease ».....	88
9 Hypocalcémie.....	89
C Affections des œufs, des têtards et des jeunes	89
1 Affections des œufs	89
2 Affections des stades larvaires	89
3 Affections des jeunes	89
Conclusion	91
Bibliographie	93
Annexe : Liste des espèces par genre	99

TABLE DES FIGURES

Fig. 1 :	<i>Ichthyostega</i> sp. (Reconstitution)	13
Fig. 2 :	<i>Eusthenopteron</i> sp. (Reconstitution)	13
Fig. 3 :	<i>Triadobatrachus</i> sp. (Reconstitution)	13
Fig. 4 :	Classification des <i>Dendrobatidae</i>	14
Fig. 5 :	Carte politique de l'Amérique Centrale	16
Fig. 6 :	Carte politique de l'Amérique du Sud	17
Fig. 7 :	Habitat typique des <i>Dendrobatidae</i> dans le parc du Bronsberg, au Suriname	18
Fig. 8 :	Squelette d'anoure	22
Fig. 9 :	Coupe de peau de grenouille	22
Fig. 10:	Comparaison schématique des néphrons de dendrobate, de poisson et de Mammifères	34
Fig. 11:	Schéma d'un cœur de dendrobate	37
Fig. 12:	Comparaison des appareils uro-génitaux male et femelle (stade adulte)	40
Fig. 13 :	<i>Epipedobates tricolor</i> transportant ses têtards sur le dos	44
Fig. 14 :	Développement et métamorphose de <i>Dendrobates tinctorius</i>	44
Fig. 15 :	Parade chez les indiens Embera	52
Fig. 16 :	Carquois, fléchettes et panier de transport des grenouilles	52
Fig. 17 :	Préparation d'une fléchette empoisonnée par un indien Embera	52
Fig. 18 :	Dessin de conure à œil blanc tapiré (<i>Aratinga leucophthalmus</i>)	53
Fig. 19 :	Dessin d'amazone festive (<i>Amazona festiva</i>) tapirée	54
Fig. 20 :	Structure chimique des principales familles de neurotoxines d'amphibiens	56
Fig. 21 :	Boîte de figurine représentant des <i>Dendrobatidae</i>	63
Fig. 22 :	<i>Dendrobates tinctorius</i> sur un timbre du Viêt-Nam	63
Fig. 23 :	<i>Dendrobates auratus</i>	68
Fig. 24 :	<i>Dendrobates leucomelas</i> et <i>Dendrobates azureus</i>	68
Fig. 25 :	<i>Dendrobates tinctorius</i>	68
Fig. 26 :	<i>Phyllobates trivittatus</i>	68
Fig. 27 :	<i>Phyllobates terribilis</i>	68

Fig. 28 : <i>Minyobates minutus</i>	68
Fig. 29 : <i>Colostethus nubicola</i>	68
Fig. 30 : <i>Epipedobates tricolor</i>	68
Fig. 31 : Terrarium pour petits <i>Dendrobatidae</i>	74
Fig. 32 : <i>Dendrobates auratus</i> provenant de la même ponte et toutes atteintes du syndrome des pattes d'allumettes	90
Fig. 33 : Jeune <i>Dendrobates auratus</i> présentant le syndrome des pattes d'allumettes	90
Tableau 1 : Toxines de type alcaloïdes liposolubles actif sur le système nerveux chez les <i>Dendrobatidae</i>	24
Tableau 2 : Répartition des alcaloïdes liposolubles chez les <i>Dendrobatidae</i>	25

INTRODUCTION

Joyaux empoisonnés des forêts tropicales sud-américaines, les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae* sont des animaux fascinants. Fascinants par la couleur de certains membres de cette famille : rouge, jaune, vert, bleu, ils n'ont rien à envier aux plus chatoyants perroquets. Fascinants par le poison mortel qu'ils produisent, dont quelques milligrammes foudroient un homme. Fascinants encore par leur comportement social, leurs chants, leurs modes de reproduction. Cependant, la déforestation, la pollution et les maladies déciment les populations d'amphibiens et les *Dendrobatidae* ne sont pas épargnés.

Face à de telles menaces, la conservation *ex situ* peut constituer une solution temporaire, dans l'espoir d'une restauration des milieux de vie ravagés de ces animaux. Dans cette perspective, cette thèse vise à présenter les bases permettant de maintenir ces animaux en captivité. Les deux premiers chapitres permettent d'élargir le sujet, au-delà de la terrariophilie. Le premier chapitre, consacré notamment à la biologie, à l'écologie, à l'anatomie et à la physiologie, permettra de replacer les *Dendrobatidae* au sein du règne animal. Le second chapitre traite de la relation des *Dendrobatidae* avec les sociétés humaines autochtones ou occidentales, à travers les aspects culturels, légaux et technologiques. Le dernier chapitre est consacré à l'élevage proprement dit, et à la médecine.

PREMIER CHAPITRE :

ZOOLOGIE

I PHYLOGENIE

A Evolution

Les plus anciens fossiles d'amphibiens connus datent d'environ 360 millions d'années avant notre ère. Ils ont été mis au jour dans des couches géologiques sédimentaires de la dernière période du Dévonien (410-345 millions d'années avant notre ère) qui correspondent à des lits de rivières. La distribution de ces amphibiens primitifs est large, à l'image de celle de leurs descendants. En effet, jusqu'au début du Jurassique (environ 190 millions d'années avant notre ère), le super continent « Pangée » concentrait toutes les masses terrestres du globe, ils ont donc pu facilement migrer et coloniser des terres que la tectonique allait ensuite séparer. Ainsi, le *Metaxygnathus* a été découvert en Australie, alors que l'*Acanthostega* et l'*Ichthyostega* (Fig. 1) l'ont été au Groenland. L'étude de ce dernier montre qu'il était très semblable à l'*Eusthenopteron* (Fig. 2), un poisson éteint de la sous-classe des Crossoptérygiens et de l'ordre des Rhipidistiens, mis au jour dans des gîtes dévoniens d'Europe et d'Amérique du Nord. Le seul survivant actuellement connu de cette sous-classe est le coelacanthé (*Latimeria chalumnae*). L'apparition des premiers amphibiens durant la dernière période du Dévonien fut suivie d'une rapide évolution, laquelle se solda par une immense diversification des types d'amphibiens. Cependant, vers la fin du Trias, environ 155 millions d'années plus tard, pratiquement toutes ces espèces étaient éteintes. Le plus grand de ces animaux, *Mastodonsaurus* avait un squelette de 1.25 m de long et une longueur totale estimée à 4 m ; à titre de comparaison les plus gros amphibiens contemporains sont les représentants asiatiques des salamandres géantes, avec une longueur de 1,70 m (19).

L'ascendance des amphibiens modernes est un vrai puzzle, et ce, en grande partie parce que nous ne disposons pas de vestiges de fossiles permettant de faire le lien entre les anciennes formes paléozoïques et l'un ou l'autre des trois ordres actuellement vivants. L'explication est probablement d'ordre écologique. Pour échapper aux gros amphibiens primitifs, les ancêtres des amphibiens modernes auraient colonisé les torrents et les plans d'eau peu profonds qui ne sont malheureusement pas favorables à la fossilisation. Le tout premier fossile d'amphibien « moderne » connu - *Triadobatrachus* (Fig. 3) vivant au début du Trias

soit 225 millions d'années avant notre ère - ressemble déjà aux Ranidés par certains traits caractéristiques.

On peut cependant formuler une hypothèse évolutive : dès leur origine, les amphibiens se scindent en deux lignées : les *Lepospondyles* d'une part, dont sont issus apodes et urodèles et, d'autre part, les *Labyrinthodontes*, ancêtres des anoures, mais aussi des reptiles, et donc de tous les vertébrés terrestres. Les labyrinthodontes sont présents dès le Dévonien inférieur avec l'ordre des *Ichthyostegides* (auquel appartient l'*Ichthyostega*). L'ordre des *Stereospondyles* est plus récent (Permien inférieur), ils évolueront pour donner les proanoures (auxquels appartient le *Triadobatrachus*) puis les anoures vers la fin du Jurassique.

B Taxonomie

La famille des *Dendrobatidae* appartient à la classe des Amphibiens, à l'ordre des Anoures et au sous-ordre des *Neobatrachia* (Fig. 4).

La première description de la famille des *Dendrobatidae* a été faite par Cope en 1865, en utilisant comme genre type le genre *Dendrobates*. Le classement systématique des *Dendrobatidae* est régulièrement remis en question par la description de nouvelles espèces. Actuellement, la famille des *Dendrobatidae* regroupe 9 genres et contient environ 210 espèces décrites (Cf. annexe).

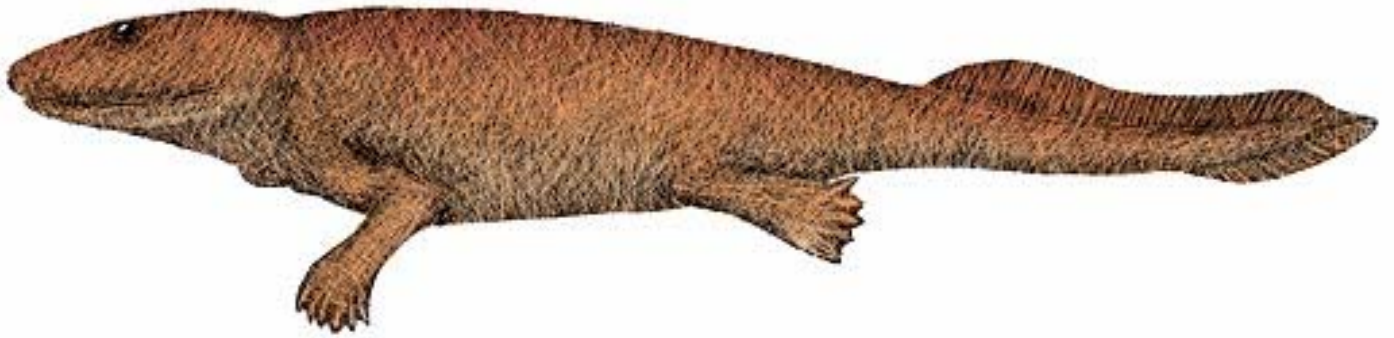


Fig. 1 : *Ichthyostega* sp. (37)

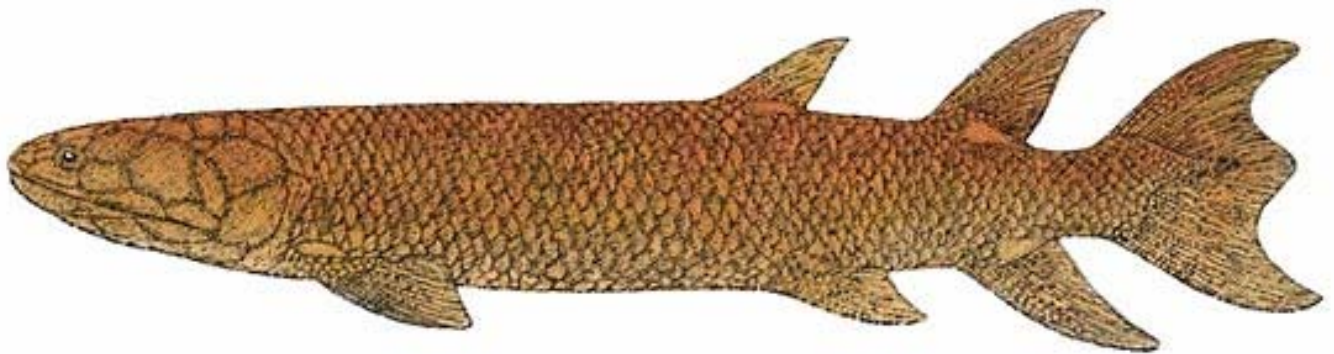


Fig. 2 : *Eusthenopteron* sp. (38)

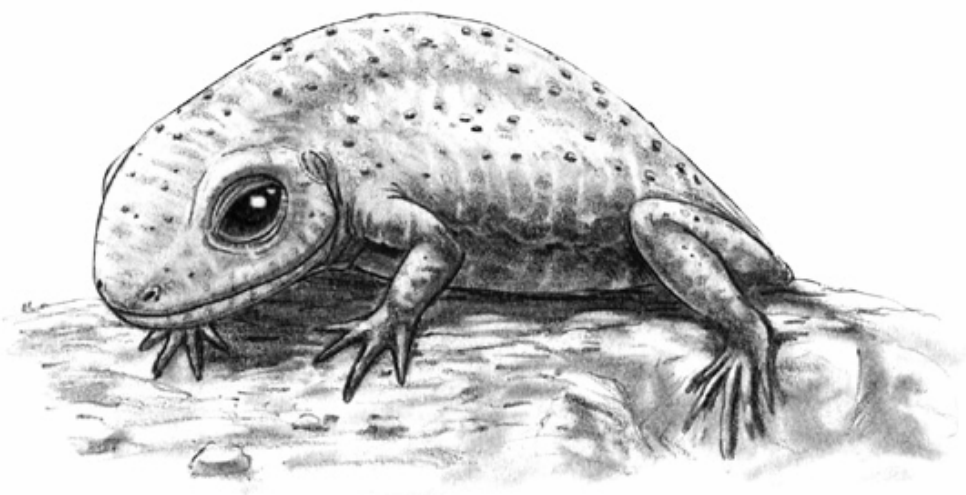


Fig. 3 : *Triadobatrachus* sp. (52)

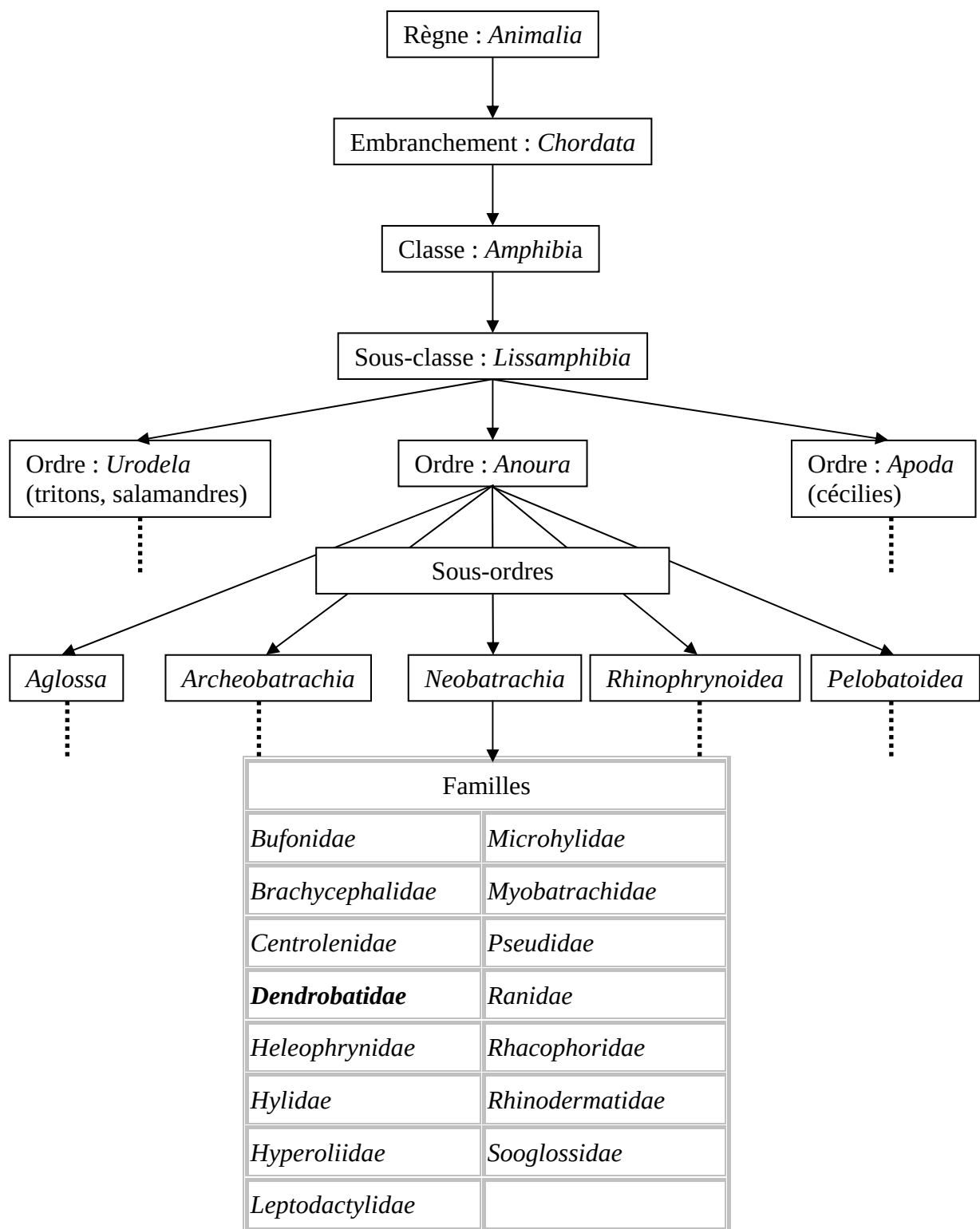


Fig. 4 : Classification des *Dendrobatidae* (19)

II DESCRIPTION, REPARTITION ET BIOTOPES

A Description générale

La famille des *Dendrobatidae* est homogène morphologiquement. Ce sont des grenouilles de quelques centimètres de longueur.

La famille des *Dendrobatidae* est surtout connue pour ses genres *Dendrobates* et *Phyllobates* dont les individus présentent une coloration aposématique (coloration brillante permettant d'avertir les prédateurs du danger que représente la proie potentielle), et produisent des toxines cutanées. Cependant, elle regroupe un nombre important d'espèces présentant une coloration et un comportement plus cryptique, et ne possédant pas de glandes venimeuses.

Les *Dendrobatidae* sont généralement diurnes.

B Répartition

Les *Dendrobatidae* sont originaires d'Amérique Centrale et du Sud, depuis le Nicaragua jusqu'au nord du Pérou et à la Bolivie (Fig. 5 et 6). *Dendrobates auratus* a été importé sur l'île d'Oahu à Hawaï et s'y est implanté.



Fig. 5 : Carte politique de l'Amérique Centrale (10)



Fig. 6 : Carte politique de l'Amérique du Sud (11)

C Biotopes

La majorité des espèces de la famille des *Dendrobatidae* vivent dans les forêts chaudes et humides, près du sol, aux abords de flaques ou de ruisseaux (Fig. 7). Certaines espèces préfèrent la protection des épiphytes (mousses, fougères, broméliacées, orchidées...) à quelques mètres du sol. Enfin certaines vivent dans les forêts d'altitude, caractérisées par des températures plus basses et des variations nycthémérales plus importantes.

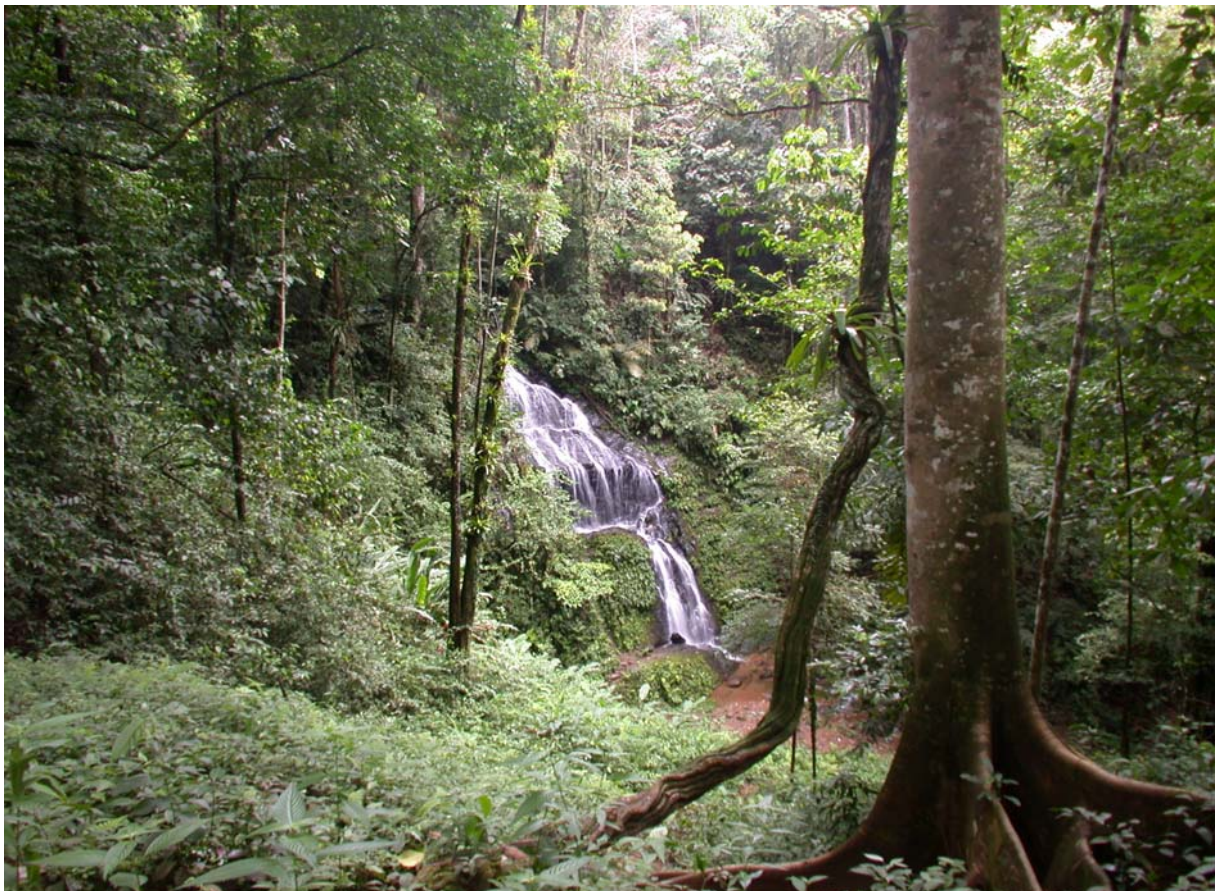


Fig. 7 : Habitat typique des *Dendrobatidae* dans le parc du Bronsberg, au Suriname
(Photographie personnelle)

III ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

A Morphologie, croissance et longévité

Les grenouilles adultes de la famille des *Dendrobatidae* ont un corps trapu dépourvu de queue. La tête large, surmontée de deux yeux globuleux, est reliée directement au corps sans cou. Les membres postérieurs sont beaucoup plus longs que les antérieurs. Les trois segments ont la même longueur par allongement du pied. La forme larvaire, appelée communément têtard, présente un corps globuleux prolongé d'une queue aplatie verticalement.

Les dendrobates sont de petits amphibiens anoures. Leur taille va de 1 cm pour la minuscule *Minyobates minutus* à plus de 6 cm pour les plus grandes, *Dendrobates tinctorius*, *Phyllobates terribilis*, ou *Aromobates nocturnus* (53). Ils présentent souvent une coloration chatoyante. Les animaux sont adultes et matures sexuellement vers 12 à 18 mois. La croissance est continue mais diminue avec l'âge, surtout après la maturité sexuelle. On observe toujours une légère diminution des paramètres taille poids au moment de la métamorphose.

La longévité est variable selon les espèces, elle est considérablement augmentée en captivité qui supprime la cause principale de mortalité : la prédation. La durée de vie est de l'ordre de 5 à 7 ans. Cependant, certains animaux peuvent dépasser les dix ans. (*Dendrobates auratus*, *Dendrobates azureus*).

B Système musculo-squelettique et locomotion

1 Bases anatomiques

a *Squelette axial et appendiculaire*

Le squelette des dendrobates a beaucoup évolué depuis le modèle primitif des premiers amphibiens, dans le sens d'une adaptation au saut. (Fig. 8)

i Colonne vertébrale

Les anoures possèdent la colonne la plus spécialisée de tous les vertébrés. Elle est très courte : chez la majorité des espèces, on compte 8 vertèbres présacrées, une vertèbre sacrée (la 9^{ème}) et un urostyle, os impair allongé dérivant de la fusion d'une douzaine de vertèbres caudales. Les vertèbres présacrées présentent des processus transverses allongés remplaçant les côtes puisque celles-ci font défaut (à l'exception de quelques familles primitives). L'atlas sur laquelle s'articule le crâne est dépourvue de dent. La neuvième vertèbre (vertèbre sacrée) est munie de deux processus transverses larges et allongés où s'attachent les iliums.

ii Ceinture scapulaire et membre antérieur

La ceinture scapulaire, munie de deux clavicules, est du type firmisterne, où les coracoïdes et précoracoïdes sont soudés ventralement. L'humérus s'articule sur la scapula, grande et incurvée transversalement, et le coracoïde est plus petit. Fibula et ulna sont soudées en un seul os. La main a quatre doigts ayant respectivement 2, 2, 3 et 3 phalanges.

iii Ceinture pelvienne et membre postérieur

L'ilium articulé sur la vertèbre sacrée, est très allongé et dirigé vers l'arrière, repoussant ainsi l'acetabulum à l'extrémité postérieure du tronc. Le membre postérieur se compose de trois segments subégaux : le fémur mince, le tibia et la fibula soudés en un os unique et le pied. Ce dernier tire sa grande taille de l'allongement de deux os du tarse : astragale et calcaneum. Les doigts sont au nombre de 5 ayant 2.2.3.4.3 phalanges. On note la présence d'un embryon de 6ème doigt, le prepollex, correspondant à un os du tarse et placé médialement. La plantigradie est de

rigueur aux quatre membres, toutefois l'articulation nette du pied entre calcaneum - astragale et les métatarsiens offre aux anoures la possibilité de ne prendre appui que sur les orteils notamment lors de la marche.

b Musculature

La disposition segmentaire des muscles est présente chez les têtards mais n'est pas conservée à l'état adulte. Elle permet les mouvements anguillères de la nage. Les muscles dorsaux puissants maintiennent la colonne vertébrale et empêchent toute flexion latérale du tronc. Les membres sont munis de muscles courts profonds et de muscles longs superficiels

2 Locomotion

a Marche

C'est une marche lente et stéréotypée : à l'avancer d'un antérieur succède celui du postérieur opposé. Les dendrobates ne sont pas à proprement parler des espèces arboricoles, la présence de disques sur les doigts leur permet cependant de vivre dans les arbres.

b Saut

Le saut est permis par une brusque détente des membres postérieurs, la réception au sol est amortie par les antérieurs.

c Nage

La nage est le mode unique de déplacement autonome des têtards, par ondulation du corps. Les adultes sont souvent de mauvais nageurs et peuvent se noyer. Le mouvement de nage est identique à celui du saut.

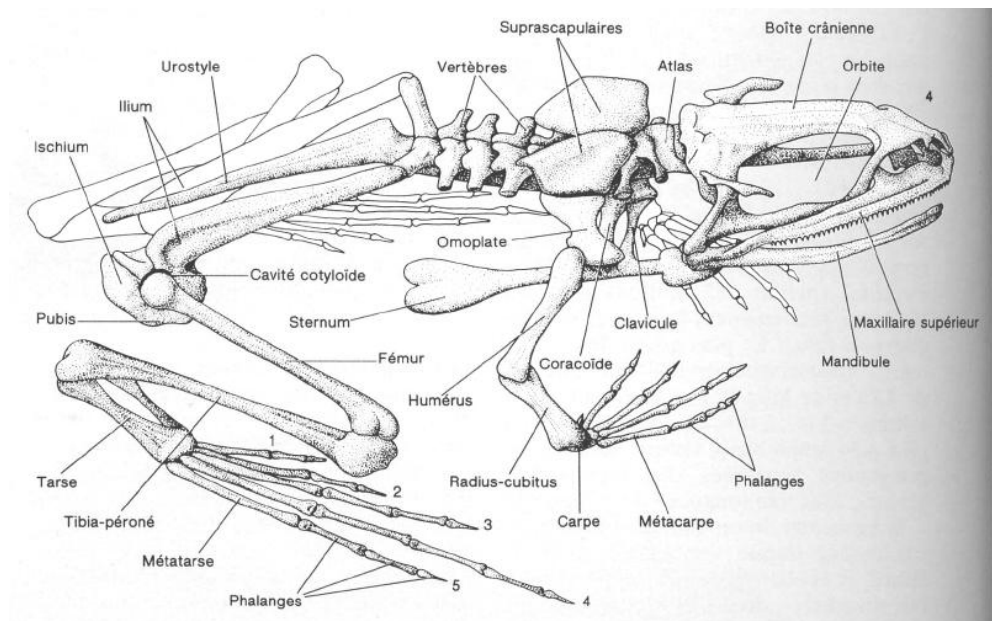


Fig. 8: Squelette d'anoure (19 modifié)

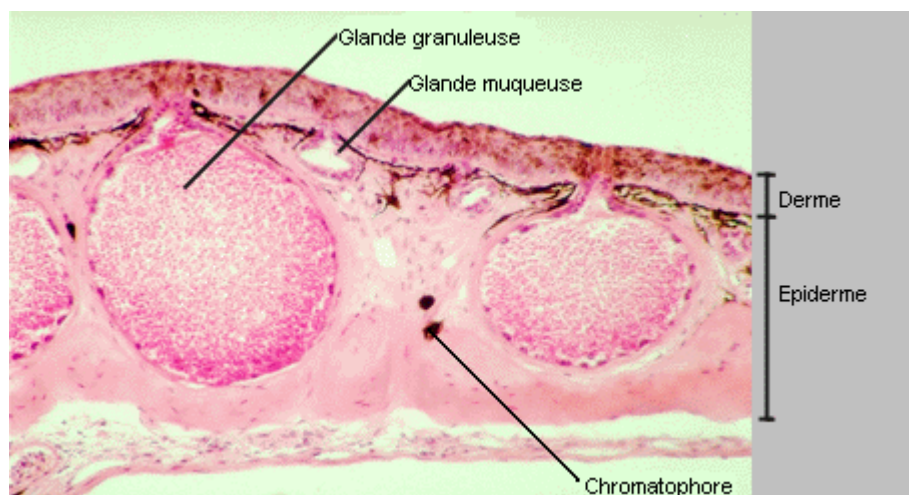


Fig. 9 : Coupe de peau de grenouille (19 modifié)

C Tégument

La peau des Dendrobates adultes est nue et humide. Comme chez tous les amphibiens, elle assure différentes fonctions biologiques : respiration cutanée (la respiration pulmonaire étant insuffisante à elle seule), la protection contre la dessiccation et la limitation des échanges osmotiques (rôle du mucus), protection contre les prédateurs et les microorganismes (rôle des toxines et du mucus), la communication inter et intra spécifique.

1 Fonction de protection

On peut distinguer deux structures histologiques (Fig.9) :

- l'épiderme, un épithélium superficiel kératinisé recouvert de mucus, et
- le derme, un tissu conjonctif qui contient notamment des cellules glandulaires et des cellules chromatophores.

L'épiderme est un épithélium kératinisé très fin (parfois réduit à une seule assise cellulaire). Les glandes à mucus, présentes dans l'épiderme sur toute la surface du corps, sécrètent de façon continue un mucus fluide. En maintenant la peau humide, celui-ci permet la respiration cutanée et les échanges osmotiques. Il a également un rôle protecteur pour l'animal, sa nature lipidique le rend relativement imperméable ce qui limite la dessiccation en milieu aérien et les échanges osmotiques en milieu aquatique. Il rend l'animal glissant et sa sécrétion est augmentée lorsqu'on essaie d'attraper l'animal. Il contient aussi des substances antibiotiques et antifongiques.

Cette couche superficielle formée de cellules mortes s'élimine périodiquement, lors de la mue. L'exuvie se détache en un seul morceau depuis un sillon disjoncteur longitudinal situé sur le dos de l'animal. Par des mouvements de contorsions et à force de frottements, les animaux se dégagent de leur ancienne peau et souvent la dévorent.

Le derme est un tissu conjonctif situé sous l'épiderme, dont il contient les cellules souches. Il est très riche en cellules spécialisées, notamment en cellules glandulaires et en cellules chromatophores.

2 Fonction vénéneuse et fonction de communication

a Fonction vénéneuse

i Glandes à venin

Les glandes granuleuses sécrètent un liquide, plus épais que le mucus, qui contient différentes toxines. L'activité de ces glandes est sporadique, le plus souvent en réponse à une agression. Alors que chez la plupart des autres amphibiens, on note un regroupement de ces glandes en amas de localisation variable en fonction de l'espèce (glande « parotide » des crapauds de la famille des *Buфонidés*), chez les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae*, il ne semble pas exister de localisation préférentielle de ces glandes, qui sont retrouvées sur l'ensemble du corps (30).

ii Différents types de toxines

Les amphibiens sont connus pour sécréter différents types de toxines : des amines, des polypeptides et des protéines, des bufogénines, des alcaloïdes (batrachotoxine, tétrodotoxine...). Cependant, chez les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae*, on rencontre presque exclusivement des toxines de type alcaloïdes liposolubles actives sur le système nerveux. (Tableau 1). Les grenouilles de cette famille appartenant aux genres *Colostethus* et *Aromobates* ne produisent pas d'alcaloïdes liposolubles (17).

Tableau 1 : Toxines de type alcaloïdes liposolubles actives sur le système nerveux chez les *Dendrobatidae* (16)

Alcaloïdes stéroïdiques	batrachotoxines
Alcaloïdes monocycliques	pyrrolidines, pipéridines
Alcaloïdes bicycliques	histrionicotoxines, décahydroquinoléines, pumilio-toxines de classes A, pyrrolizidines, indolizidines, quinolizidines
Alcaloïdes tricycliques	géphyrotoxines, coccinellines, cyclopenta-[b]quinolizidines, pyrrolizidines, oximes
Alcaloïdes à noyau pyridine	épibatidines, noranabasamine
Alcaloïdes à noyau indole	chimonanthine, calycanthine
Alcaloïdes dérivés de la guanidine	tétrodotoxine
Autres alcaloïdes	70 alcaloïdes différents retrouvés à l'état de traces

iii Variations dans l'expression cutanée des toxines

D'importants facteurs génétiques interviennent dans l'expression cutanée des toxines, le profil des alcaloïdes cutanés sera différent en fonction des genres et des espèces (Tableau 2) Il dépend également de l'âge de l'animal : un têtard ne présente pas de toxines, des taux significatifs n'apparaissent qu'après la métamorphose (17).

Tableau 2 : Répartition des alcaloïdes liposolubles chez les *Dendrobatidae* (17, 44)

Toxine \ Genre		<i>Phyllobates</i>	<i>Dendrobates</i>	<i>Minyobates</i>	<i>Epipedobates</i>
Batrachotoxines		+	-	-	-
Histronicotoxines		+	+	+	+
Pumiliotoxines classe A	Pumiliotoxines	+	+	+	+
	Allopumiliotoxines	-	+	+	+
	Homopumiliotoxines	-	+	-	-
Décahydroquinoléines		+	+	+	+
Pyrrolizidines 3,5 disubstituées		-	+	-	-
Indolizines	3,5 disubstituées	+	+	-	-
	5,8 disubstituées	-	+	+	+
Quinolizidines 1,4 disubstituées		-	+	+	+
A. tricycliques	Géphyrotoxines	-	+	-	-
	Pyrrolizidine oximes	-	+	-	-
	Coccinellines	-	+	-	-
	Epibatidine	-	-	-	+
Pipéridines et pyrrolidines		-	+	-	+

Un système d'accumulation des alcaloïdes d'origine alimentaire encore non élucidé, permet pour les genres *Phyllobates*, *Dendrobates* et *Epipedobates* de récupérer et d'exprimer un certain nombre « d'alcaloïdes de dendrobates ». On peut expliquer la persistance sur plusieurs années de la toxicité des grenouilles sauvages maintenues en captivité, par le comportement de celles-ci : on a en effet constaté que ces grenouilles mangent leur peau après avoir réalisé une mue. Cette peau est alors

très riche en alcaloïdes toxiques qui pourront être récupérés par le système d'accumulation des alcaloïdes alimentaires. Les sources alimentaires potentielles d'alcaloïdes connues aujourd'hui sont les termites et les fourmis, côtoyées à l'état naturel, et servant d'aliment aux grenouilles sauvages. Cependant le panel des molécules retrouvées reste extrêmement réduit. Il est fortement probable que des espèces d'arthropodes rentrant dans l'alimentation naturelle des dendrobates soient encore inconnues et contiennent d'autres familles d'alcaloïdes. Il ne faut pas exclure la possibilité d'intervention d'autres facteurs : symbiose avec des microorganismes ou l'action d'autres facteurs d'environnement différents de l'alimentation (17, 18, 20).

iv Rôles biologiques des toxines

Le rôle essentiel de ces toxines est d'assurer une défense des grenouilles contre leurs prédateurs. La présence de ces toxines est associée à une coloration aposématique. Un prédateur qui capture un dendrobate dans sa gueule ressentira une sensation de brûlure et d'engourdissement suffisamment intense pour lui faire lâcher sa proie. Il n'y a aucun système actif d'inoculation, les *Dendrobatidae* qui possèdent des toxines sont vénéneux mais pas venimeux. Certaines toxines ont probablement également un rôle antifongique et antibactérien.

b *Fonction de communication*

Les *Dendrobatidae* sont, pour la plupart, des grenouilles chatoyantes (Fig. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30). La coloration peut servir de caractère de diagnose (51), elle peut varier en fonction des saisons et des conditions extérieures (26). Toutes ces couleurs sont dues à la présence en partie profonde du tégument de cellules chromatophores sur trois couches :

- en position supérieure, sous l'épiderme les xanthophores contenant ptérides et caroténoïdes : jaune orange rouge ;
- plus profondément les guanophores contenant des cristaux de guanine formant une couche plus ou moins réfringente en fonction de leur orientation et responsable des reflets métalliques ;

- les mélanophores contenant de la mélanine noire ou brune, qui insinuent des prolongements entre les cellules des couches plus superficielles. Elles présentent la capacité de faire migrer leurs pigments soit concentrés dans les corps cellulaires profonds et donc inapparents, soit plus ou moins répartis dans les prolongements superficiels assombrissant d'autant le tégument.

La couleur finale résulte de l'interaction de phénomènes physiques et chimiques. La variation de couleur est due aux migrations de la mélanine et aux changements d'orientation des cristaux de guanine en réponse à des facteurs externes ou internes. Pour les variations à long terme (apparition de la couleur) le contrôle est hormonal, Le système est en revanche neuronal pour les variations rapides, une hormone (mélatonine, adrénaline) est sécrétée en réponse à l'excitation d'un récepteur sensoriel. Une baisse de température provoque un assombrissement alors qu'une dessiccation ou une illumination intense entraîne souvent un éclaircissement. Les grenouilles des genres *Mannophryne* et *Colostethus* ont une coloration de type cryptique (28).

D Système nerveux et organes des sens

1 Système nerveux

L'encéphale est petit, les centres encéphaliques les plus développés sont ceux en rapport avec les organes des sens (bulbes olfactifs, lobes optiques) alors que le cervelet, siège de l'activité motrice est réduit à un simple bourrelet. La moelle épinière prolonge l'encéphale jusqu'au bassin, à l'articulation de l'urostyle. On ne dénombre que 10 paires de nerfs crâniens.

2 Organes des sens

a Ligne latérale du têtard

Comme chez les poissons, on retrouve chez les têtards un système latéral. Il s'agit de petites cryptes épidermiques alignées renfermant des cellules sensorielles. Le plus grand de ces alignements intéresse tête et tronc et constitue la ligne latérale. Le système latéral est sensible aux variations de pression dans l'eau et apprécie donc à la fois les mouvements d'animaux à distance (prédateurs ou proies) et la profondeur à laquelle se trouve le têtard.

b Toucher

Il est lié à deux structures :

- des terminaisons nerveuses libres au sein de l'épiderme assurant une sensibilité plus algique que tactile
- des bourgeons sensitifs localisés surtout au niveau des doigts responsables du toucher proprement dit.

c Goût

Il est très limité. On trouve des papilles gustatives sur la langue et le palais mais qui ne semblent distinguer que l'acide et le salé. La perception de la nature des aliments est surtout olfactive.

d Olfaction

Des cellules olfactives sont disséminées dans l'épithélium des fosses nasales. On trouve des cellules sensorielles d'un autre type dans deux cavités symétriques creusées dans la cloison nasale et constituant l'appareil voméronasal ou organe de Jacobson. Ces cellules seraient plutôt sensibles aux odeurs émanant de la cavité buccale par les choanes, c'est-à-dire d'origine alimentaire. Elles permettent également à l'animal de capter les phéromones.

e Audition

Les Dendrobatidae adultes possèdent, comme tous les amphibiens adultes, une oreille interne : le labyrinthe. Elle est associée à une oreille moyenne, il s'agit d'une cavité présentant deux orifices clos par des membranes : la fenêtre ovale, interne, en relation avec le labyrinthe, et le tympan externe, en contact avec le milieu extérieur. Ces deux membranes sont reliées par une baguette osseuse, la columelle. L'ouïe est très développée.

f Vision

Les têtards ont un œil de poisson, le cristallin est sphérique et appliqué à la cornée et les paupières sont absentes. Chez l'adulte, le cristallin est biconvexe et l'œil est muni de paupières, de glandes lacrymales et d'un canal nasolacrymal. L'accommodation ne se fait pas par déformation du cristallin, mais par déplacement de celui-ci. Les yeux des Dendrobatidae sont bien développés et saillants mais sont peu performants ; ils distinguent les contours et sont surtout sensibles au mouvement.

E Appareil digestif et digestion

Les dendrobates sont des carnassiers. Cependant, les têtards de certaines espèces consomment des végétaux.

1 Appareil digestif

a Bouche

C'est l'organe de préhension des aliments. L'ouverture de la bouche est très large. Contrairement à la majorité des amphibiens, les dendrobatidés sont totalement dépourvus de dents. Ils possèdent une langue protractile fixée par son bord antérieur. Des glandes à mucus sont disposées dans les parois buccales ou sur l'extrémité libre de la langue, leurs sécrétions, à propriété adhésive pour les proies et lubrifiantes pour la déglutition, n'ont aucun pouvoir enzymatique.

b Tube digestif

Il est relativement simple et court, en accord avec un régime carnassier. L'œsophage, rectiligne, transporte les proies de la bouche à l'estomac, transit facilité par des glandes muqueuses œsophagiennes. L'estomac tubulaire, légèrement renflé et incurvé, présente une grande capacité de dilatation, sa muqueuse renferme de nombreuses glandes indifférenciées sécrétant à la fois pepsine et acide chlorhydrique. Un sphincter pylorique marque le début de l'intestin grêle, il s'élargit dans sa partie terminale en un rectum qui communique avec le cloaque.

c Organes annexes

i Foie

Il est antérieur à la masse intestinale, très développé et muni d'une vésicule biliaire.

ii Pancréas

Il est adhérent à l'intestin et difficile à repérer, car de petite taille.

d Appareil digestif du têtard

Les têtards végétariens ont un appareil digestif différent. La bouche est armée d'un bec crochu comme celui d'un perroquet et entouré de deux grandes lèvres recouvertes de denticules cornés faisant office de râpe. L'intestin est très allongé, enroulé en spirale, il est visible par transparence à travers la paroi abdominale du têtard.

2 Ingestion et digestion

a Régime alimentaire

Les adultes sont insectivores. Les quantités ingérées sont très importantes, relativement à la taille de l'animal. Dans la nature, les dendrobates se nourrissent de toutes sortes d'insectes, notamment de fourmis et de termites.

Les têtards ont différents régimes alimentaires selon les espèces : végétarien, carnivore. La plupart sont également cannibales. Les femelles du genre *Dendrobates*, appartenant au groupe *histrionicus*, nourrissent leurs têtards en pondant régulièrement des œufs non fécondés à proximité immédiate de ceux-ci (22).

b Capture des proies

Après une recherche active et un repérage visuel le dendrobate s'aligne avec la proie, et la capture par projection vers l'avant de tout le corps et engluement par la langue très rapide. Les proies non consommables et les éléments du décor sont rejetés après préhension. Les dendrobates sont capables d'apprentissage négatif.

c Déglutition

Les proies ne sont jamais mâchées, parfois écrasées entre les mâchoires. La déglutition est assurée par la musculature de la paroi buccale et dans bien des cas par les globes oculaires. En effet, pour avaler, l'animal ferme ses paupières et fait saillir ses globes oculaires dans la cavité buccale, chassant ainsi les aliments dans l'œsophage. La déglutition est facilitée par les sécrétions muqueuses des glandes buccales et œsophagiennes.

d Digestion

Elle débute dans l'estomac par l'action des sucs gastriques et se poursuit dans l'intestin grâce aux enzymes pancréatiques aidées des sels biliaires.

e Réserves

Ce sont des réserves lipidiques, dans le foie et sous forme de graisse sous cutanée, et glucidiques en tant que glycogène, dans le foie uniquement. Les Dendrobatidae n'hibernant pas, ces réserves sont faibles et les grenouilles ne peuvent supporter des périodes de jeun prolongées.

F Appareil urinaire, excrétion et équilibre hydro-ionique

1 Appareil excréteur

a Néphron

L'unité excrétrice du rein est un mésonéphron ouvert à glomérule intranéphronique constitué :

- d'un néphrostome ouvert dans la cavité générale
- d'un canal néphrostomial
- d'un glomérule irrigué par une artère afférente rénale
- d'un tube contourné débouchant sur un canal collecteur, l'uretère primaire

Le canal néphrostomial n'est pas connecté au tube contourné, mais débouche directement dans la lacune veineuse. (Fig. 10)

b Rein

Les reins sont des organes allongés et aplatis, appliqués dorsalement de part et d'autre de la colonne vertébrale. On ne distingue pas de *pars sexualis* (partie antérieure du rein) et de *pars renalis* (partie postérieure), le testicule, connecté à certains tubules de la partie antérieure du rein, ne diminue pas la capacité excrétrice de celle-ci. Deux glandes surrénales sont disposées le long des reins. Les deux uretères (canaux de Wolf) débouchent séparément en partie dorsale du cloaque.

c *Vessie*

Les dendrobates possèdent une vessie urinaire, elle correspond à une dilatation ventrale du cloaque, sans connexion avec les uretères qui débouchent dorsalement.

2 Excrétion

L'urine des dendrobates est un liquide clair, émis en grande quantité (jusqu'au tiers du poids de l'animal par jour) et toujours hypotonique par rapport au sang. Depuis le plasma sanguin de l'artère afférente rénale, le glomérule filtre une grande quantité d'eau mais aucune macromolécule. Le tubule sécrète les produits azotés à éliminer, sous forme d'ammoniaque (ammonotélie). Le rein des dendrobates a donc comme principaux effets une forte élimination d'eau et une rétention de sel que l'animal doit compenser par une importante absorption d'eau, notamment au niveau cutané, et un régime pauvre en chlorure de sodium.

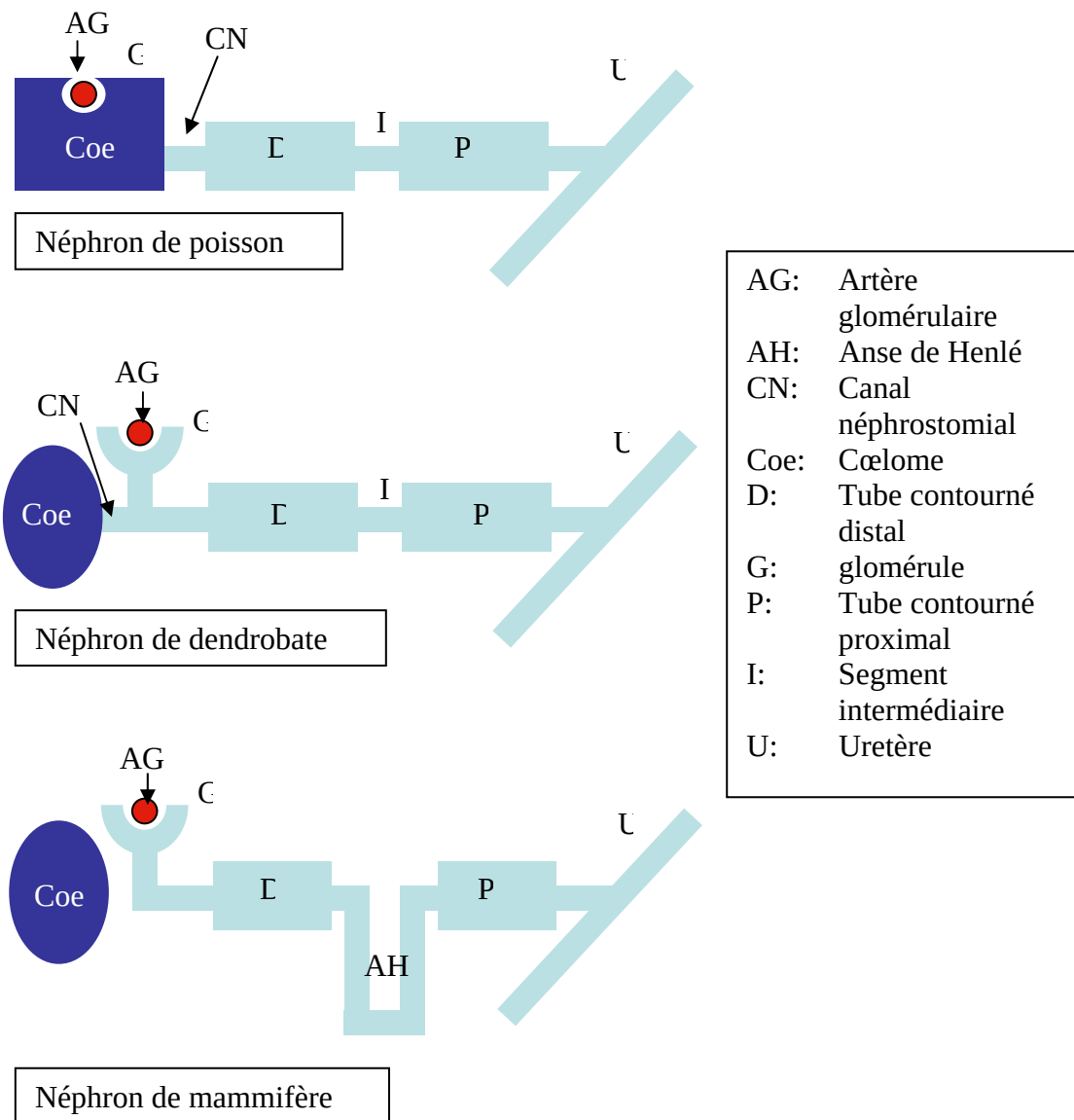


Fig. 10: Comparaison schématique des néphrons de dendrobate, de poisson et de mammifères (19, modifié)

G Appareil respiratoire, respiration et chant

Les *Dendrobatidae* respirent de trois façons différentes : respiration branchiale, pulmonaire et cutanée/pharyngée.

1 Respiration branchiale

Caractéristique du milieu liquide, elle est l'apanage des têtards. Ils possèdent des branchies externes, c'est-à-dire qu'elles se développent à partir de l'épiderme et sont soutenues par la face externe des arcs branchiaux. On distingue deux générations branchiales. Dès la naissance se développent trois paires de branchies identiques à celles des urodèles et d'existence très brève. En effet, peu après, un repli operculaire se forme vers l'arrière depuis la région hyoïdienne et définit une cavité branchiale ouverte par un unique orifice, le spiracle. Simultanément, quatre paires de fentes branchiales se percent en rapport avec quatre paires de nouvelles branchies qui remplacent les trois premières. L'eau pénètre donc par la bouche, gagne la cavité operculaire par les fentes branchiales et ressort par le spiracle. Les branchies régressent complètement lors de la métamorphose et ne sont pas présentes chez l'adulte.

2 Respiration pulmonaire

a Poumons

Ils apparaissent lors de la métamorphose. Ceux-ci sont de type sacculaire : une vaste cavité et des parois minces, l'épithélium pulmonaire élève des replis simples et constitue des alvéoles périphériques. L'alvéolisation est compliquée par des replis secondaires et tertiaires. Le rôle du poumon est faible dans la respiration, il intervient surtout dans la phonation.

b Ventilation pulmonaire

Comme toutes les grenouilles, les *Dendrobatidae* n'ont ni cage thoracique, ni diaphragme. Les mouvements respiratoires sont assurés par le plancher buccal : l'abaissement de celui-ci, bouche fermée, fait pénétrer l'air dans la bouche par les narines, puis, les narines internes ou choanes étant obstruées, son relâchement chasse

cet air dans les poumons. L'air vicié s'échappe lors de la réouverture des choanes. La fréquence respiratoire reste faible.

3 Respiration cutanée et buccopharyngée

a Respiration cutanée

La peau fine, à couche cornée réduite, très vascularisée et humide grâce aux acini muqueux permet aux amphibiens une respiration cutanée efficace, aussi bien dans l'eau que dans l'atmosphère. Ce mode de respiration est primordial chez les *Dendrobatidae*.

b Respiration buccopharyngée

La muqueuse buccopharyngée, elle aussi très fine et très vascularisée, permet de la même façon des échanges gazeux à condition toutefois que l'air soit fréquemment renouvelé à son contact. La ventilation buccopharyngée est assurée comme celle du poumon par les mouvements du plancher buccal. On distingue aisément les deux types de respirations : alors que les mouvements de ventilation pulmonaire sont amples et très espacés, la ventilation buccopharyngée s'effectue par des mouvements rapides et de faible amplitude du plancher buccal, entre 60 et 200 par minute. Ce type de respiration a un rôle quasi nul chez les *Dendrobatidae*.

H Appareil cardio-vasculaire et circulation

1 Cœur

a Chez le têtard

Le têtard possède un cœur de poisson : tubulaire à quatre cavités successives : le sinus veineux, l'oreillette, le ventricule et le bulbe aortique.

b Chez l'adulte

Le cœur est globuleux et présente trois cavités principales ; deux oreillettes et un ventricule (Fig. 11). Le sinus veineux où débouchent deux veines caves antérieures et une veine cave postérieure communique avec l'oreillette gauche alors que l'oreillette droite reçoit le sang des veines pulmonaires. Ces deux oreillettes s'ouvrent sur un

ventricule unique auquel fait suite le bulbe cardiaque. Ce dernier est imparfaitement divisé en deux rampes par une lame spirale, l'une débouchant sur les artères pulmonaires, l'autre sur les carotides et l'aorte dorsale.

Il y a donc chez les dendrobates une grande et une petite circulation qui demeurent en contact au niveau du ventricule unique. Cependant, et pour les deux raisons suivantes, cette anatomie n'est pas nuisible au bon transport de l'oxygène : premièrement, l'oreillette droite se contracte avant la gauche et la pression sanguine des artères pulmonaires est inférieure à celle du tronc aortique. On a donc successivement un passage oreillette droite – ventricule – artère pulmonaire puis oreillette gauche – ventricule – tronc aortique. Deuxièmement, du fait du rôle limité du poumon dans l'hématose par rapport à la respiration cutanée, les taux d'oxygène des deux circulations sont peu différents.

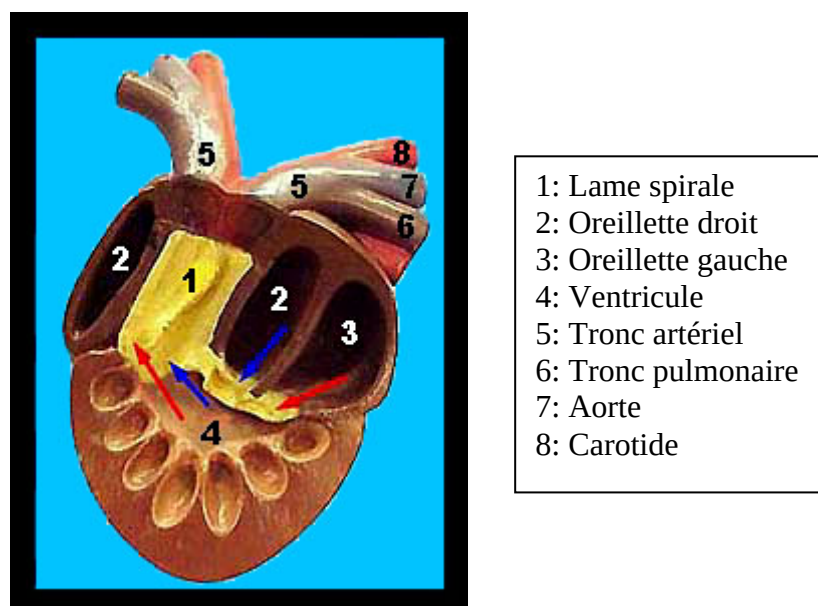


Fig. 11: Schéma d'un cœur de grenouille (19, modifié)

2 Vaisseaux sanguins

Comme tous les vertébrés, les *Dendrobatidae* ont un appareil circulatoire fermé : le sang circule successivement des artères, aux capillaires et puis aux veines. L'organisation des principales artères au départ du cœur dérive des arcs aortiques des poissons à disposition simple et symétrique.

Chez le têtard, à respiration branchiale, la seule différence avec les poissons est l'ébauche de deux artères pulmonaires. A la métamorphose, se produisent certaines régressions. La disposition des veines ne présente aucune particularité.

3 Sang

a Hématies

Les globules rouges sont nucléés, ovalaires, de grande taille et peu nombreux, en moyenne 600 000 par mm³. L'hémoglobine des dendrobates a une affinité pour l'oxygène inférieure à celle des mammifères, son taux dans le sang varie entre 7.5 à 13.5 g/l selon les espèces avec des extrêmes à 15.5 g/l pour les animaux vivant en altitude.

b Leucocytes

Le rapport globules rouges / globules blancs est de 20 à 70. On distingue des mononucléaires et des polynucléaires.

c Thrombocytes

Ils sont fusiformes et nucléés.

4 Système lymphatique

Les dendrobates possèdent un réseau lymphatique profond très développé. La lymphe est drainée vers le système veineux grâce à des cœurs lymphatiques : deux paires. Ils sont munis de sacs lymphatiques communicant entre eux et recouvrant la presque totalité de la surface du corps. Le système lymphatique des dendrobates intervient dans l'équilibre osmotique. Ces animaux ne buvant pas, l'absorption de l'eau se fait au niveau cutané vers les vaisseaux lymphatiques et, de là, dans tout l'organisme.

I Appareil reproducteur et reproduction

1 Anatomie de l'appareil reproducteur

a Appareil génital mâle

i Testicules et voies génitales

Les testicules sont constitués d'éléments unitaires caduques, les cystes séminifères. Au départ, une spermatogonie s'entoure de cellules nourricières et se multiplie en de nombreux spermatozoïdes, l'ensemble gamète – enveloppe nourricière constitue le cyste qui vient s'ouvrir dans des canalicules permanents et libère les spermatozoïdes. Les testicules sont étroitement associés à la partie antérieure des reins par un réseau de canaux qui s'abouchent sur les canaux efférents urinaires et par conséquent, communiquent avec le canal de Wolf. Ce canal est un véritable urospermiducte. (Fig. 12)

ii Organes accessoires

- Corps adipeux : Ce sont des formations lymphatiques très vascularisées coiffant les gonades. Elles sont riches en lipides et constituent une réserve énergétique chez le mâle comme chez la femelle. Cette source énergétique est utilisée pour la production de gamètes.
- Organe de Bidder : Présent entre testicule et corps adipeux, il s'agit d'un ovaire rudimentaire non fonctionnel mais pouvant se développer par exemple en cas de castration. Il disparaît à l'état adulte.
- Canaux de Müller : Ces voies génitales femelles embryonnaires régressent du fait du développement testiculaire, mais ils restent à l'état vestigial.

iii Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes constitués classiquement d'une tête renfermant le noyau et d'un flagelle, ont des morphologies très variables selon les espèces. Ils sont souvent regroupés en spermatophores. Ceux-ci sont des sécrétions gélatineuses molles et translucides produites par des glandes cloacales et leur forme est un moulage du cloaque, les spermatozoïdes sont groupés dans la partie supérieure.

b Appareil génital femelle

i Ovaires et voies génitales

Les ovaires pairs sont voisins des reins dont ils sont totalement indépendants. Ce sont des organes creux à vaste lumière centrale, le sac ovarien. Les ovules, après maturation, sont libérés dans la cavité générale et captés par l'ostium du canal de Müller. Ce canal se compose de deux parties : l'oviducte, faisant suite à l'ostium, il est long et grêle et sécrète la gangue mucopolysaccharidique entourant les ovules, l'utérus, terminal, large et court, est un organe de stockage des œufs. En général chaque utérus s'ouvre séparément dans le cloaque.

ii Ovules

Les ovules ou œufs hétérolécithes sont sphériques, entourés d'une fine enveloppe, le chorion et d'une gangue muqueuse qui gonfle au contact de l'eau. Leur taille, liée à la quantité de vitellus varie selon les espèces entre le millimètre et le centimètre. Le nombre d'œufs pondus par saison est lui aussi très variable.

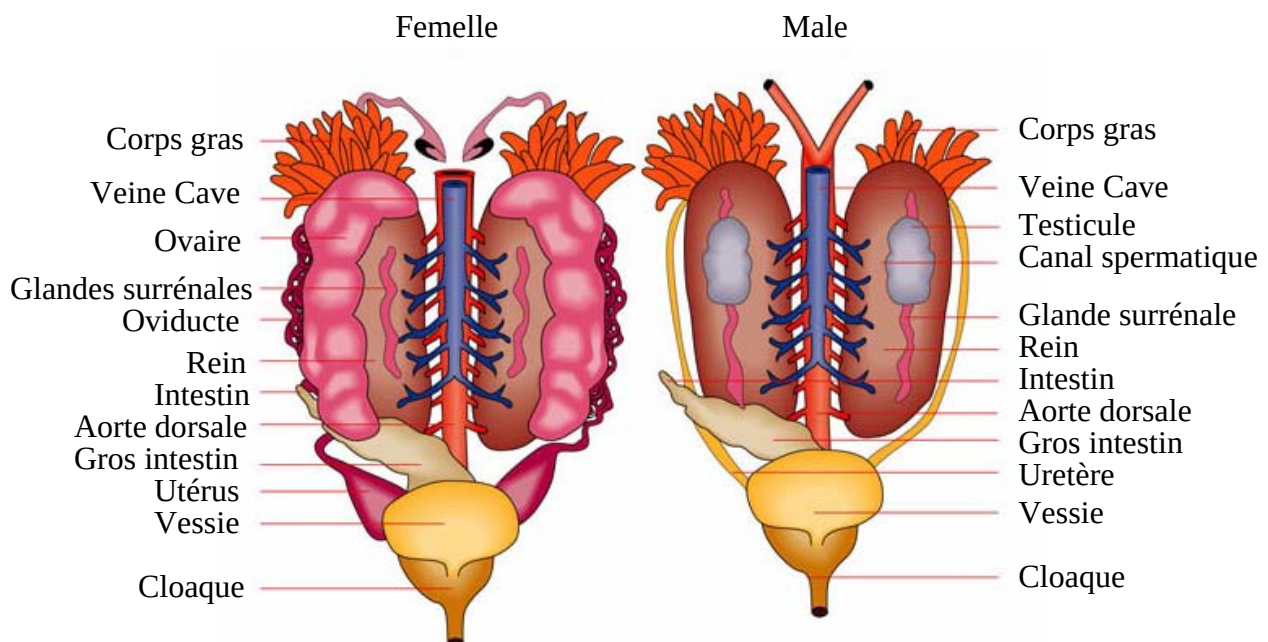


Fig. 12: Comparaison des appareils uro-génitaux male et femelle (stade adulte)
(19, modifié)

2 Reproduction

a Formation du couple

i Approche

Les femelles se dirigent vers les mâles en réponse à leur chant. Le siège de la phonation est le larynx muni d'un appareil cartilagineux et musculaire complexe. Les sons sont produits bouche fermée par aller retour de l'air entre les poumons et la cavité buccale, les replis de la muqueuse laryngée vibrant à chaque passage. Ces sons sont parfois amplifiés par des sacs vocaux. Ce sont des diverticules du plancher buccal, impair au niveau de la gorge, ou pair de chaque côté du cou. Le chant pour attirer la femelle est différent de celui utilisé pour éloigner les intrus et les mâles peuvent appeler pendant plusieurs heures en attendant une femelle réceptive. Chaque espèce possède son chant propre, parfois un bourdonnement inaudible.

ii Reconnaissance des partenaires

Le dimorphisme sexuel est peu apparent. La femelle est souvent plus grande et plus trapue. Le mâle est, dans la plupart des espèces, le seul à chanter et il présente des disques élargis à l'extrémité des doigts des pattes antérieures. A la vue d'une femelle gravide le mâle chante sur son observatoire, la femelle s'approche. Commence une danse pendant laquelle le mâle tourne autour de la femelle en chantant, se déplaçant dans tout le terrarium. Après parfois plusieurs heures, le mâle emmène la femelle vers le lieu de ponte.

Chez *Dendrobates tinctorius* et *Dendrobates azureus*, la femelle initie la parade : elle s'approche du mâle, le caresse avec ses antérieures, se frotte à lui le poursuivant à travers le terrarium ; le couple se retire alors dans l'abri (6,7).

b Ponte et fécondation

Le mâle ensuite, va attirer la femelle vers un lieu qu'il a choisi, habituellement une feuille ou une surface plate soit sur ou à proximité du sol, qu'il aura préalablement lavé. Les lieux de pontes peuvent varier en fonction de l'espèce, *Dendrobates pumilio*, par exemple, pond dans l'aisselle des feuilles de broméliacées ou de plantes épiphytes (21). Si la femelle est réceptive elle pond de 2 à plusieurs

douzaines d'œufs selon les espèces. Les femelles ne pondent parfois pas tous les œufs et préfèrent faire plusieurs pontes avec différents mâles pour augmenter les chances de fécondation. La fertilisation par le mâle peut ne pas être immédiate.

c Développement larvaire et métamorphose

Les œufs d'amphibiens, vue leur facilité d'observation et les quantités disponibles ont toujours constitué un matériel de choix pour l'étude du développement embryonnaire, aussi je ne décrirai pas les divers stades de développement de l'œuf. La segmentation, la gastrulation neurulation et l'organogenèse sont identiques à celles des autres classes de vertébrés. Contrairement aux autres familles d'amphibiens, les parents n'abandonnent généralement pas la ponte. Le mâle revient régulièrement sur le lieu de ponte pour laver les œufs et les humidifier.

i Eclosion

Elle est généralement passive. L'enveloppe, hypertonique, s'hydrate progressivement et finit par se rompre par turgescence. Le mâle vient alors s'asseoir sur la ponte, les têtards grimpent alors sur son dos. Il va se mettre à la recherche d'un lieu adéquat pour déposer les têtards (Fig. 13). Il choisit souvent une petite flaque ou une aisselle de broméliacées, dans laquelle il ne met qu'un têtard à la fois. S'il ne trouve pas suffisamment de sites, les têtards surnuméraires sont sacrifiés.

ii Développement

Dans un premier temps apparaissent des branchies externes ainsi qu'un appareil adhésif en forme de croissant dont les sécrétions permettent la fixation de la larve à la végétation. Se développent ensuite les yeux, les narines puis l'opercule qui recouvre les branchies. La bouche se forme enfin tandis que l'appareil adhésif régresse et que la queue s'allonge : la larve est alors un têtard qui s'alimente et se déplace librement.

iii Métamorphose

C'est un mécanisme progressif tout au long de la vie du têtard, réglé par trois types de phénomènes, tant au niveau morphologique qu'histologique (24) (Fig. 14) :

- histolyse : disparition de tissus et d'organes larvaires
- histogénèse : apparition d'organes adultes
- remaniements : modifications d'organes larvaires.

Le premier signe de la métamorphose est la formation des membres postérieurs, deux bourgeons apparaissent à la base de l'anus puis s'allongent et acquièrent progressivement la morphologie de pattes. Le phénomène est identique et simultané pour les membres antérieurs mais leur développement nous est caché par le repli operculaire qu'ils perforent enfin lorsque leur taille est suffisante. Tandis que les poumons se forment, le têtard vient de plus en plus prendre de l'air à la surface et les branchies s'atrophient. Des paupières apparaissent, le têtard arrête de s'alimenter et l'appareil digestif est remanié, la bouche larvaire laisse place à deux mâchoires, une langue se forme et le tube digestif diminue de longueur, il passe d'un type végétarien à un type carnivore. Enfin, les masses musculaires sont profondément modifiées : les muscles métamérisés du têtard persistent en tant que muscles du tronc et toute la musculature des membres et ceintures se crée. La queue régresse par histolyse, elle disparaîtra totalement après que l'animal aura quitté le milieu aquatique. Chez certaines espèces du genre *Colostethus*, les parents transportent les jeunes grenouilles sur leur dos (12).



Fig. 13: *Epipedobates tricolor* transportant ses têtards sur le dos (27)



Fig. 14 : Développement et métamorphose de *Dendrobates tinctorius* (24)

DEUXIEME CHAPITRE :

ASPECTS LEGAUX,

CULTURELS ET

TECHNOLOGIQUES

I ASPECTS LEGAUX

A Législation internationale

1 Convention de Washington (CITES)

Signée en 1973, elle est en vigueur dans 155 États. Elle a pour but de réglementer le commerce international des espèces menacées d'extinction afin d'éviter que ce commerce n'entraîne leur disparition. Le transport à travers les frontières et le commerce sont soumis à une réglementation très stricte et requiert la présentation de permis ou certificats. Cette convention régit le commerce d'environ 4 900 espèces animales et les classe en 3 catégories ou annexes :

L'annexe 1 regroupe les espèces très menacées pour lesquelles tout commerce est interdit. Des dérogations sont possibles si les animaux ont été reproduits en captivité ou s'ils sont transportés à des fins non commerciales (recherche scientifique par exemple). Elle concerne environ 500 espèces.

L'annexe 2 regroupe les espèces qui pourraient être menacées par le commerce si celui-ci n'était pas contrôlé. Leur commerce est possible mais dans la limite de quotas annuels déterminés de façon à ce que l'exploitation ne compromette pas leur survie (environ 4 200 espèces).

L'annexe 3 comporte des espèces menacées dans certains pays. Leur commerce est possible, mais soumis à des contrôles (environ 200 espèces concernées)

Si les *Dendrobates*, *Epipedobates* et *Phyllobates* sont inscrites à l'annexe 2, la plupart des *Dendrobatidae* ne sont pas protégées par cette convention (46).

2 Liste rouge de l'UICN

Fondée en 1948, l'UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature, rassemble des États, des organismes gouvernementaux et un large éventail d'organisations non gouvernementales au sein d'une alliance unique : plus de 970 membres dans 139 pays. L'UICN regroupe également un réseau de plus de 10 000 experts bénévoles qui apportent leurs connaissances à travers six commissions

spécialisées. Une de ces commissions est spécialisée dans la sauvegarde des espèces et publie une « liste rouge » des espèces présentant un important risque d'extinction. Une inscription sur cette liste n'a aucune portée légale, mais un impact médiatique fort, particulièrement lorsque une espèce est effacée suite à son extinction.

La plupart des *Dendrobatidae* sont classés comme hautement vulnérables, certaines espèces sont considérées comme étant à un stade critique.

B Législation européenne

En 1984, le Conseil de l'Union Européenne établit un premier règlement sur le commerce international des animaux sauvages, en adaptant la CITES aux particularités de fonctionnement de l'Union Européenne. La dernière modification de ce règlement date de 1997.

Il introduit une organisation, similaire à celle proposée par la CITES, en différentes annexes où sont regroupées les espèces dont le commerce doit être contrôlé. Les définitions des annexes A, B et C correspondent respectivement aux définitions des annexes 1, 2, 3 de la CITES. Cependant, ce règlement est plus contraignant puisque certaines espèces sont listées dans une annexe « supérieure » au niveau européen par rapport au niveau international. Une quatrième catégorie apparaît également, des espèces qui ne sont pas menacées mais pour lesquelles les actes de commerce représentent un volume important qui nécessite que les populations soient soumises à une surveillance.

Les *Dendrobates*, *Epipedobates* et les *Phyllobates* sont classés en annexe B.

C Législation française

1 Certificat de capacité et autorisation d'ouverture

Le certificat de capacité est un dossier permettant de vérifier que la personne chargée de l'entretien d'animaux non domestiques possède les connaissances minimales requises. Depuis 1999, sa gestion est délocalisée, l'instruction de la demande est gérée par les services vétérinaires départementaux. Il doit être

accompagné de l'autorisation préfectorale d'ouverture d'un établissement d'élevage de faune non domestique. Cette autorisation a pour vocation de vérifier l'adéquation des locaux.

La législation prévoit également que le propriétaire d'animaux non domestiques doit tenir à jour un journal des entrées et sorties d'animaux.

2 Arrêté « Guyane »

L'arrêté Guyane de mai 1986 interdit la possession en métropole de tout individu ou partie d'individu appartenant à une espèce présente en Guyane Française. Il n'a pas d'effet rétroactif, les animaux entrés légalement sur le sol métropolitain et déclarés en temps opportun à la préfecture, ainsi que leur descendance, si elle est également déclarée, peuvent être gardés en captivité. Cependant, ils ne peuvent ni être vendus ni cédés.

D Conséquences pour le propriétaire

Toute personne souhaitant faire l'élevage des *Dendrobatidae* devra obtenir un certificat de capacité et une autorisation d'ouverture. Lors de l'acquisition des animaux, il devra obtenir du cédant une photocopie du certificat CITES d'exportation, ainsi qu'une facture. L'ensemble de ces documents, ainsi que le journal d'entrée/sortie devra être présenté lors d'un éventuel contrôle.

Du fait de la présence de populations sur le territoire de la Guyane Française, les espèces suivantes ne peuvent être possédées en métropole : *Dendrobates tinctorius*, *Dendrobates ventrimaculatus*, *Epipedobates femoralis*, *Epipedobates trivittatus*, *Colostethus degranvillei*, *Colostethus baeobatrachus*, *Colostethus beebei*.

II USAGES HISTORIQUES DES *DENDROBATIDAE*

A Fabrication de fléchettes empoisonnées

Une utilisation traditionnelle des grenouilles dendrobates par certaines tribus amérindiennes consiste à les utiliser comme source de poison pour fabriquer des fléchettes empoisonnées. En fait, les ethnologues ont décrit deux techniques différentes de préparation des fléchettes correspondant à trois tribus indiennes différentes.

Les indiens Noanama choco et Embera choco, qui vivent à l'Ouest de la Colombie près du fleuve San Juan, utilisent deux espèces de grenouilles (*Phyllobates bicolor* et *Phyllobates aurotaenia*) afin de réaliser leurs fléchettes (14, 35, 39, 40, 41). Les pattes de la grenouille sont maintenues à l'aide d'une ficelle, puis un bâton spécial le « Siurukida » est introduit dans la bouche de l'animal, traverse son corps et est ressorti par l'un des membres postérieurs. Ce traitement fait transpirer la grenouille dont le dos se couvre de sécrétions blanchâtres. Les pointes des fléchettes sont roulées dans cette sécrétion. Parfois la grenouille est rapprochée du feu afin de stimuler la sécrétion.

D'après les indiens ces fléchettes conservent leur toxicité pendant 1 an ; mais ceux-ci renouvellent leur stock tous les 4 à 6 mois. Par ce procédé, une grenouille permet de confectionner environ 50 fléchettes.

Les indiens Embera (fig. 15) vivant près du fleuve Saija, à l'ouest de la Colombie également, utilisent *Phyllobates terribilis* d'une façon légèrement différente comme source de poison pour leurs fléchettes (6). Ils collectent ces grenouilles en forêt, les enferment dans un panier. Quand un indien désire préparer des fléchettes, il prend le panier, un bâton, des feuilles vertes, ses fléchettes, et se rend dans une prairie (Fig. 16). Il ouvre le panier et laisse émerger une grenouille. Celle-ci est attrapée avec précaution entre deux feuilles et est temporairement plaquée au sol par un bâton maintenu à l'aide du pied. La pointe de la fléchette est frottée plusieurs fois le long du dos de la grenouille, puis mise à sécher verticalement, la pointe empoisonnée vers le haut (Fig. 17). Deux ou trois fléchettes sont ainsi préparées avec une grenouille qui se

déshydrate rapidement au soleil. Certaines grenouilles meurent, d'autres sont relâchées après avoir été utilisées.

Ces deux procédés semblent bien illustrer la toxicité relative entre ces trois espèces de *Phylllobates*. *Phylllobates terribilis* ne nécessite pas d'être stressée car la quantité de toxines présentes au niveau de la peau est très grande. Au contraire, *Phylllobates aurotaenia* et *Phylllobates bicolor* sont transpercées par un « siurukida » et parfois rapprochées du feu afin de stimuler leur sécrétions toxiques, car elles renferment moins de batrachotoxines que *Phylllobates terribilis*. La chair des animaux tués au moyen de ces fléchettes est parfaitement consommable, les indiens rejettent cependant la partie située au point d'impact.



Fig. 15: Parade chez les indiens Embera (40)



Fig. 16: Carquois, fléchettes et panier de transport des grenouilles (40)



Fig. 17: Préparation d'une fléchette empoisonnée par un indien Embera (40)

B Modification de la coloration des perroquets

Schneider(48) indique dans sa description de *Dendrobates tinctorius* que cette espèce servait à tapirer les perroquets verts (probablement des Amazones), c'est-à-dire changer la couleur de leurs plumes, d'où le nom, « Raine à tapirer » donné à cette espèce au XVIII^e siècle et traduit par Cuvier (1797) en *Rana tinctoria*. Tapirer vient du mot Galibi (ou Kalina, des amérindiens de la côte de Guyane Française) tapi, qui signifie rouge. Avec la peau de ce dendrobate, on frottait de jeunes perroquets pris au nid et à demi déplumés. Les plumes repoussaient jaunes ou rouges mais l'opération était fatale à un bon nombre d'entre eux (Fig. 18 et 19). Cette pratique Galibi a disparu aujourd'hui.



Fig. 18: Dessin de conure à œil blanc tapiré (*Aratinga leucophthalmus*),(2)



Fig. 19: Dessin d'amazone festive (*Amazona festiva*) tapirée, (3)

III UTILISATIONS MODERNES DES *DENDROBATIDAE*

A Utilisation des toxines

1 Mécanismes d'action toxique des toxines de *Dendrobatidae*

Les mécanismes d'action toxique ne sont actuellement connus que pour les principaux représentants de 6 familles de toxines : la batrachotoxine, la pumiliotoxine B, l'histrionicotoxine, la pumiliotoxine C (décahydroquinoléines), la géphyrotoxine et l'épibatidine (29) (Fig. 20).

La batrachotoxine s'oppose à la fermeture des canaux sodium situés au niveau de la membrane plasmique des cellules musculaires et nerveuses. L'influx de sodium provoque une dépolarisation de la membrane et altère le fonctionnement de la cellule.

La pumiliotoxine B agit également sur les canaux sodium, en induisant un influx d'ions sodium dans la cellule. Elle pourrait agir sur les canaux calciques et favoriser la sortie des ions calciums des sites de stockage.

L'histrionicotoxine bloque à la fois la sortie des ions potassium par les canaux potassium, la sortie d'ions sodium par les canaux à sodium situés dans la membrane plasmique des cellules musculaires et nerveuses, et les échanges sodium/potassium au niveau du canal sodium/potassium dépendant des récepteurs à l'acétylcholine pour les cellules musculaires.

La pumiliotoxine C bloque comme l'histrionicotoxine les canaux sodium, potassium et sodium/potassium.

La géphyrotoxine bloque uniquement le canal sodium/potassium dépendant des récepteurs à acétylcholine (29).

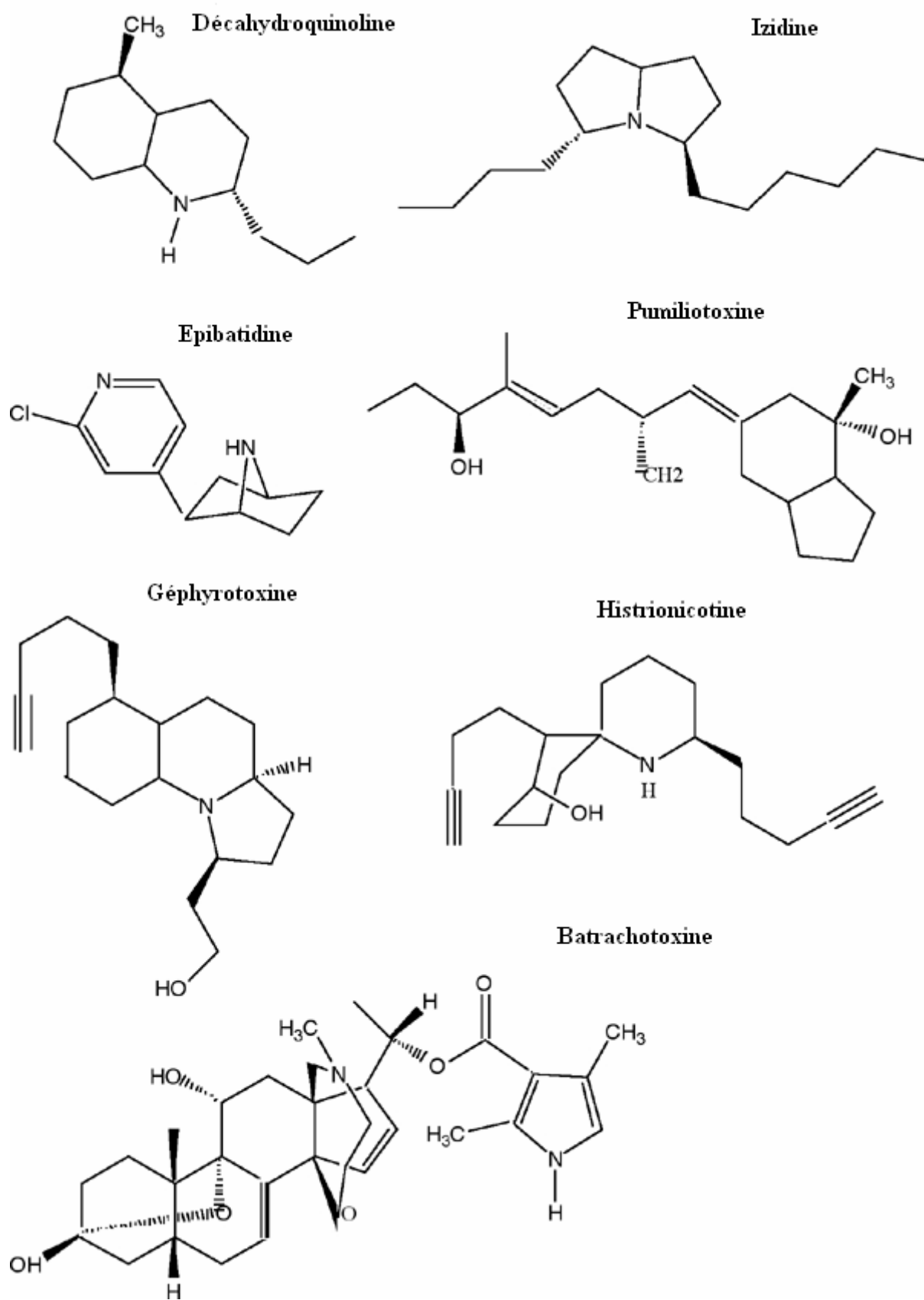


Fig. 20: Structure chimique des principales familles de neurotoxines d'amphibiens (29 modifié)

2 Etudes des intoxications

Il existe très peu de données cliniques sur le sujet traitant des intoxications animales ou humaines par des grenouilles de la famille des *Dendrobatidae*. Dans ce paragraphe, j'évoquerai également la toxicité potentielle d'autres amphibiens, à titre de comparaison.

a Intoxication chez les animaux

Les intoxications par des amphibiens décrites en France se limitent à l'intoxication de chiens ou de chats par des crapauds du genre *Bufo*. Les 3 espèces impliquées sont *Bufo bufo*, *Bufo calamita* et *Bufo viridis*. Le venin contenu dans les glandes parotides est libéré par le crapaud lorsque le chien joue avec celui-ci ou le prend dans sa gueule. Il peut parfois même l'avaler. Les premiers signes cliniques apparaissent entre 15 minutes et 1 heure après le contact avec le crapaud. Les propriétés irritatives du venin se manifestent tout d'abord par des troubles digestifs : hypersalivation, vomissements s'expliquant par une inflammation quasi immédiate, intense et étendue des muqueuses buccales, pharyngées et oculaires (en cas de contact). Ces signes peuvent persister pendant plusieurs heures et être associés à une douleur abdominale. A ce stade, on note une hyperthermie de 1.5°C et une respiration haletante. Puis, apparaissent les troubles nerveux (ataxie, convulsions), et cardiaques (bradycardie ou tachycardie). L'animal est prostré ou dans un état comateux, qui précède souvent la mort. Il n'existe pas de traitement spécifique. On réalisera un traitement symptomatique : décontamination cutanée, anti-inflammatoires stéroïdiens (méthyl-prédnisolone), anti-histaminiques (prométhazine ou clocinazine), pansement gastrique et intestinal, propranolol (si absence de bradycardie sinon atropine), anticonvulsivant (diazepam), perfusion et diurétique (furosémide), antibiothérapie (spiramycine) (23).

Il n'existe pas de description clinique d'intoxication par des grenouilles *Dendrobates* chez les animaux. Myers cite le cas d'un chien et d'un poulet qui sont morts après avoir joué avec des gants ayant servis à manipuler des grenouilles *Phylllobates terribilis* (40). Le Centre Anti-Poison Vétérinaire d'Alfort a été sollicité pour une intoxication supposée d'un chien de grande taille par une grenouille *Dendrobates leucomelas*. Les signes cliniques rapportés consistaient en l'apparition

d'une parésie des membres postérieurs d'apparition brutale, et en une dégradation de l'état général de l'animal sur une période de 3 semaines, ayant amené le vétérinaire à pratiquer l'euthanasie de l'animal. L'absence de certitude quant à l'exposition à la grenouille, ainsi que la durée de manifestation des signes cliniques ne permettent pas de conclure précisément sur ce cas.

Il est intéressant de rapporter ici des travaux expérimentaux anciens cités par Phisalix en 1922 (45). Ces tests ont été réalisés par le Dr Posada Arango soit en utilisant des fléchettes fabriquées par les indiens Chocos à partir des sécrétions cutanées d'une *Phyllobates*, soit en récupérant le produit de macération de ces fléchettes dans l'alcool. Dans le document original, l'auteur identifie l'espèce de grenouille comme une *Dendrobates tinctorius*, alors qu'il s'agit vraisemblablement d'une *Phyllobates aurotaenia* ou *Phyllobates bicolor*. Les espèces animales utilisées pour l'expérience (coq, poule, canard, chat et cobaye) reçoivent soit la fléchette directement en sous cutanée, soit le venin récupéré par l'alcool et introduit à l'aide d'une lancette en S.C. Les oiseaux meurent en une douzaine de minutes avec les symptômes suivants : pertes d'équilibre, accélération respiratoire, tremblements des pattes, salivation abondante et contractions fibrillaires des muscles peauciers. Puis, en phase terminale, ils ferment les yeux, réalisent quelques battements d'ailes et meurent, sans avoir présenté de signes d'asphyxie (la crête et les joues sont roses). Pour les mammifères, on n'observe aucun trouble asphyxique ou respiratoire. Ils manifestent de l'agitation, de l'inquiétude, une agitation convulsive de la tête, des contractions fibrillaires des muscles peauciers et des tremblements des pattes. De plus, on note des nausées, des vomissements et des mictions répétées. Chez les chats, la vue est conservée pendant la période agonique, mais ils ne semblent plus entendre. A l'autopsie, la contractibilité des muscles est conservée. Cependant, l'électrisation de muscles moteurs des membres ne fait plus réagir ceux-ci. Ces descriptions illustrent bien la toxicité de la batrachotoxine, qui agit sur le système nerveux.

Il est également important de noter que les dendrobates sont également sensibles à ces toxines, lors qu'elles ne proviennent pas d'un individu de la même espèce. C'est plus particulièrement le cas si elles appartiennent à des genres différents.

b Extrapolation pour l'homme

Chez l'homme, l'ingestion de grenouilles, de crapauds ou de salamandres contenant des niveaux appréciables de batrachotoxines, de bufodiénolides ou de tétrodotoxines pourrait certainement provoquer des intoxications humaines graves, voire mortelles. Il n'y a pas cependant de cas humain connu d'intoxication par un dendrobate.

Chez l'homme, des traces de sécrétions cutanées de *Phyllobates terribilis* transférées accidentellement des mains à la figure, ont provoqué une sensation prononcée de brûlure, qui a persistée pendant plusieurs heures (6). Le contact de sécrétions avec une peau lésée doit également être évité. L'ingestion de grenouilles du genre *Phyllobates* est toxique pour l'homme. En effet, Myers (40) réalise le calcul suivant : la dose létale du mélange batrachotoxine-homobatrachotoxine est de 2.5 µg/kg en injection sous cutanée chez la souris, ce qui correspond à une dose de 170 µg pour un homme de 68kg. Cependant, les animaux de laboratoire de plus grand format semblent être plus sensibles à des toxines que les petits. Ainsi, le cobaye et le lapin sont plus sensibles que la souris. La comparaison avec d'autres toxines alcaloïdiques voisines mieux connues, va permettre de cerner la toxicité potentielle pour l'homme. Chez l'homme, l'ingestion de 2 mg d'aconitine, de 3 mg de digitoxine ou de 15 mg de strychnine peut être fatal. Par injection sous cutanée à la souris, l'aconitine est 100 fois moins toxique que la batrachotoxine, la digitoxine et la strychnine sont 200 fois moins toxiques. Ceci correspond à des ratios de toxicité sous cutanée/orale de 1/2 pour la digitoxine et de 1/10 pour l'aconitine et la strychnine. L'extrapolation de ces chiffres, en supposant que les mêmes ratios sont conservés chez l'homme, montrent que la batrachotoxine serait létale par injection chez l'homme à des doses de seulement 2 à 7.5 µg. Sur les mêmes critères, la batrachotoxine serait fatale par une ingestion à une dose 60 fois plus élevée, c'est-à-dire à des doses de 120 à 450 µg (le ratio de toxicité sous cutané/oral est en effet de 1/60 chez la souris, lorsque la toxine est administrée par tubage gastrique). Cependant, la toxine semble être absorbée rapidement par les muqueuses buccales et œsophagiennes, et pouvoir provoquer des signes d'asphyxie à des doses plus faibles que celles qui seraient fatales par absorption gastrique exclusivement. Les signes cliniques de l'intoxication par la batrachotoxine chez les animaux de laboratoires

(souris et chats) ont consisté en incoordination motrice, hauts le cœur, convulsions et difficultés respiratoires. Il n'existe pas d'antidote connu, mais un traitement suivant celui de l'intoxication par l'aconitine ou veratrum (toxines possédant un mécanisme d'action similaire), ou de l'intoxication par des digitaliques (cardiotoxicité similaire) pourrait être envisagé.

Les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae*, autres que les *Phyllobates*, ne sont pas aussi dangereuses. Elles peuvent être manipulées à mains nues, mais il ne faut pas se frotter les yeux. Lors de contact avec des cicatrices, il s'ensuit parfois des sensations de brûlure.

3 Utilisations expérimentales

a Utilisation comme analgésique

Depuis sa découverte en 1976, on savait qu'un alcaloïde présent dans les sécrétions cutanées d'*Epipedobates tricolor*, possédait des propriétés analogues à celles de la morphine (27). Les premiers tests de Daly (16) montrent que l'épibatidine est 200 fois plus active que la morphine pour bloquer la douleur chez l'animal. Cependant, sa toxicité est trop forte pour l'utiliser comme analgésique chez l'homme. Sur l'animal de laboratoire, elle cause de l'hypertension, une paralysie musculaire, un collapsus vasculaire, et parfois même la mort. L'épibatidine possède un mécanisme d'action similaire à celui de la nicotine par action sur les récepteurs cholinergiques de type nicotinique ce qui explique son activité analgésique.

La découverte de l'effet analgésique du composé ABT-594, dérivé de l'épibatidine, résulte de la synthèse de molécules étudiées au départ pour traiter la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer. Il apparaît comme le représentant d'une nouvelle classe d'analgésiques de synthèse, agissant par stimulation de récepteurs cholinergiques du système nerveux central exclusivement, dénué d'effet sur les récepteurs opiacés. Il ne semble pas engendrer de dépendance pharmacologique (1).

b Utilisation comme insecticide

Une étude, menée en 1995, (4) a testé la toxicité de la pumiliotoxine 251D et d'analogues de synthèse sur un parasite du cotonnier, *Heliohis virescens*. L'idée d'utiliser la pumiliotoxine B comme insecticide s'explique simplement par le mécanisme d'action de celle-ci : elle se fixe à un site apparemment unique des canaux sodium voltage dépendant dans des préparations neuromusculaires et provoque l'inhibition de l'inactivation de ces canaux. Or il est connu que les canaux sodiques sont des cibles reconnues pour l'action des insecticides (organochlorés et pyréthri-noïdes). Cependant, les tests montrent que la pumiliotoxine est 100 fois moins efficace par injection et 30 fois moins efficace par contact qu'un insecticide de la famille des pyréthri-noïdes, le fenvalérate. D'après les auteurs, les analogues de la pumiliotoxine pourraient servir de modèles pour mettre au point une nouvelle classe d'insecticides, dont le mécanisme d'action reposerait sur la fixation aux canaux voltage dépendant.

Des dérivés partiels de l'épibatidine, l'imidaclopride (Advantage®) et le nitempyram (Capstar®), sont couramment utilisés en parasitologie vétérinaire, notamment dans la lutte contre les puces, ainsi que dans le cadre de la protection de végétaux.

B Utilisation de l'animal

1 Programme de réintroduction

Bien que les *Dendrobatidae* soient des animaux connus du public et admirés pour leur coloration, et bien qu'ils soient présents dans la plupart des collections de parcs zoologiques et d'aquariums du monde, ils bénéficient de très peu de mesures de protection. Seuls trois genres sont classés en annexe 2 de la CITES, et seul *Dendrobates azureus* bénéficie d'un programme de réintroduction et d'un « stud-book », géré par le parc zoologique d'Edimbourg (7). Les amphibiens sont particulièrement inféodés à leur milieu, du fait de leur physiologie et de leur comportement. Les populations de dendrobates régressent sous l'effet de la destruction de celui-ci, les autres causes restant marginales. Un programme de réintroduction doit nécessairement passer par une sauvegarde du milieu.

2 Terrariophilie

Le commerce des dendrobates est très majoritairement destiné à la terrariophilie. Une partie des connaissances acquises sur ces animaux est d'ailleurs le fait de ces amateurs éclairés notamment en ce qui concerne la description du comportement et de la reproduction. Les quantités exportées dans le cadre des quotas sont très importantes (2500 animaux pour le Guyana, 3300 pour le Suriname pour la seule année 2003) et cet engouement attire les trafiquants. Le 11 mai 2003, à l'aéroport El Dorado de Bogota, en Colombie, les douaniers ont saisi un colis contenant 196 *Dendrobates histrionicus*. En Juillet, leurs collègues allemands saisissent à l'aéroport de Francfort 770 *Dendrobates leucomelas*.

Les terrariophiles doivent être responsables et ne pas cautionner le trafic et le pillage. Certaines espèces sont reproduites en captivité et ne devraient plus faire l'objet de prélèvements, hors campagnes scientifiques.

3 Illustration

Du fait de leurs couleurs attrayantes, les *Dendrobatidae*, surtout les *Dendrobates*, sont souvent représentés, dans le cadre de publicité, pour des jouets d'enfants. (Fig. 21 et 22)



Fig. 21: Boite de figurine représentant des *Dendrobatidae* (34)



Fig. 22: *Dendrobates tinctorius* sur un timbre du Viêt-Nam (34)

TROISIEME CHAPITRE :

ELEVAGE EN

CAPTIVITE

I CHOIX DES SPECIMENS

A Choix de l'espèce

Dendrobates auratus est assurément la meilleure espèce pour débiter l'élevage de *Dendrobatidae*. C'est en effet une grande espèce robuste, richement colorée, assez hardie pour venir chercher la nourriture au bord du terrarium. Prolifique, elle est très régulièrement reproduite en terrarium, ce qui la rend d'un prix abordable. L'élevage des jeunes têtards ne pose pas de problèmes particuliers.

Dendrobates leucomelas, *Dendrobates truncatus*, *Dendrobates azureus* et *Phyllobates vittatus* peuvent également être recommandées au débutant pour les mêmes raisons (54, 55). Elles sont cependant plus rares en terrarium donc plus chères.

Dendrobates tinctorius est également une espèce facile à élever et très fréquente sur les bourses d'échange à l'étranger. Présente en Guyane, elle ne peut pas être détenue en France métropolitaine.

L'élevage des *Dendrobatidae* dont les têtards sont nourris par les parents (*Dendrobates histrionicus*, *Dendrobates pumilio*...) doit être réservé aux terrariophiles chevronnés. La grande majorité des individus proposés ayant été capturés dans le milieu naturel, leur acclimatation est difficile (25).

Certains éleveurs arrivent à maintenir ensemble des espèces différentes. Ce n'est cependant pas conseillé, le comportement territorial de ces animaux étant aussi marqué dans les relations interspécifiques que dans les relations intraspécifiques. Les petites espèces risquent donc d'être constamment pourchassées par les plus grosses. Il existe également un risque non négligeable d'empoisonnement croisé ainsi qu'un risque d'hybridation chez les espèces proches.



Fig. 23 : *Dendrobates auratus* (34)



Fig. 24 : *Dendrobates leucomelas* et *Dendrobates azureus* (34)



Fig. 25 : *Dendrobates tinctorius* (34)



Fig. 26 : *Phyllobates trivittatus* (34)



Fig. 27 : *Phyllobates terribilis* (34)

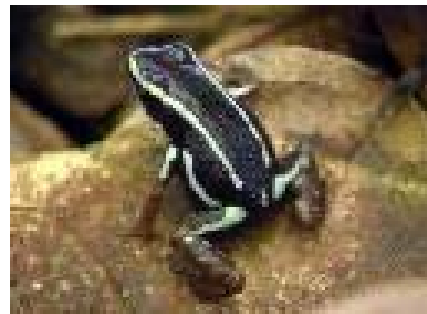


Fig. 28 : *Minyobates minutus* (34)

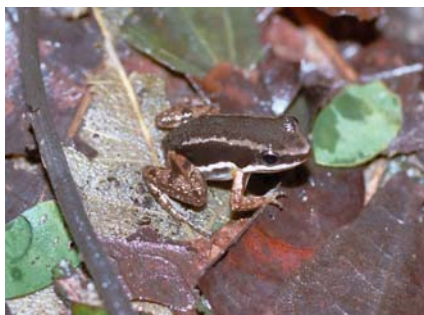


Fig. 29 : *Colostethus nubicola* (34)



Fig. 30 : *Epipedobates tricolor* (34)

B Choix des individus

1 Prélevés dans la nature ou nés en captivité

C'est un critère de choix fondamental. La majeure partie des espèces courantes en terrarium sont régulièrement reproduites et disponibles sur les bourses d'échange (surtout en Allemagne et aux Pays Bas). Pour ces espèces, les prélèvements dans la nature devraient être limités à la recherche scientifique, ainsi qu'à la recherche de géniteurs (brassage de gènes, découverte de nouveaux patterns). Les méthodes de capture, le transport long dans des conditions de surpopulation stressent les animaux. Les contaminations croisées et l'apparition d'affections sous-jacentes rendent l'acclimatation difficile, le taux de mortalité est alors élevé. Les animaux nés en captivité présentent une toxicité plus faible que ceux prélevés dans la nature. En effet, les insectes desquels les dendrobates tirent les alcaloïdes nécessaires à la synthèse de leurs propres toxines sont absents de leur régime alimentaire en captivité. L'acheteur ne peut avoir aucune certitude sur l'âge des animaux, lorsqu'il acquiert ceux-ci adultes. Dans le cas où les individus achetés seraient destinés à rejoindre une colonie existante, il faut absolument choisir un animal né en captivité pour ne pas risquer l'introduction de pathogènes (36).

Malgré le prix souvent plus élevé, l'amateur doit donc s'efforcer d'acquérir des animaux nés en captivité.

Certaines espèces dont les têtards sont nourris par les parents, sont presque toujours capturées dans la nature, l'acclimatation et l'élevage en sont donc difficiles. Ces espèces ne sont pas recommandées pour les débutants.

2 Age des animaux

Les individus prélevés dans la nature sont le plus souvent des adultes. Il est impossible de donner un âge à ces individus. L'acheteur risque donc de faire l'acquisition d'un animal âgé qui sera incapable de s'acclimater.

Il est préférable de faire l'acquisition d'animaux sub-adultes. En effet, les stades juvéniles sont plus fragiles et plus difficiles à nourrir. De plus, les risques d'erreurs de

sexage sont ainsi réduits. Il convient d'éviter de mélanger les jeunes et les adultes en raison du comportement territorial des animaux et du risque de concurrence alimentaire.

C Nombre d'animaux

Le choix du nombre d'animaux dépend de la taille et de l'aménagement du terrarium. A l'âge adulte, les dendrobates tant mâles que femelles, sont des animaux au comportement territorial intraspécifique mais également interspécifique marqué. L'intrus sera systématiquement agressé. A terme, stressé, il arrêtera de se nourrir. Il est donc préférable de les élever en couple. Cependant, dans un terrarium suffisamment grand pour faire cohabiter plusieurs couples, les comportements destinés à marquer les territoires (postures, chants) sont plus marqués.

Les jeunes ne sont pas territoriaux et peuvent donc être élevés en groupe de 5 à 6 individus.

II LOGEMENT

A Choix d'un terrarium

1 Choix de la matière

Les matériaux choisis pour la construction d'un terrarium destiné à héberger des dendrobates doit satisfaire à quelques impératifs : une totale innocuité pour les animaux, un emploi relativement simple, permettre la réalisation de terrariums étanches et aisément lavables.

a Surfaces transparentes

Nécessaires pour permettre l'observation des animaux, elles peuvent constituer l'ensemble du terrarium. Classiquement on utilise du verre dont l'épaisseur dépendra des dimensions du terrarium. En usage courant, une épaisseur de 4 à 5 mm suffit, mais les grands aqua-terrariums muraux, surtout s'ils intègrent un aquarium, amèneront à utiliser des épaisseurs de 8 à 10 mm.

On peut utiliser des matières synthétiques type Plexiglas et Alkuglas avec les mêmes épaisseurs. Cela permet d'alléger le terrarium, mais ces matières sont sensibles aux rayures

Les terrariums entièrement en matières synthétiques peuvent être utilisés, notamment en terrarium de soin, d'isolement ou pour les jeunes, mais il convient d'être particulièrement prudent. La peau richement vascularisée des dendrobates permet le passage de nombreux toxiques. Il faut n'utiliser que des matériaux de qualité alimentaire ou des terrariums spécialement conçus pour accueillir des amphibiens.

b Surfaces opaques

Le fond et certains côtés pourront être réalisés dans un matériau opaque qui offre l'avantage d'être moins fragile et moins onéreux que le verre. On peut utiliser des matières synthétiques, avec les mêmes restrictions que précédemment. On peut également utiliser du bois, qui a l'avantage d'être un bon isolant thermique. Il faut garder à l'esprit que le terrarium est un environnement très humide, il conviendra

donc d'utiliser un contreplaqué marine dont on augmentera la résistance à l'humidité en le recouvrant entièrement d'une feuille de résine de polyester de qualité alimentaire, sans oublier la tranche.

c Colle joint

Pour tous les travaux de collage et d'étanchéité dans le vivarium, on utilisera des colles au silicone, de préférence translucide. D'un emploi très facile, elles adhèrent parfaitement aux surfaces lisses, verre et résine notamment, et permettent des fixations solides et des joints parfaitement étanches. En outre, une fois sèche (1 à 3 jours), elles sont parfaitement inertes et résistent aux élévations de températures.

2 Dimensions

Les dimensions du terrarium seront fonction de l'espèce abritée. Elles devront être suffisantes pour permettre aux animaux de se cacher, de séparer l'espace en territoires. Un vivarium trop grand rend difficile le nourrissage et l'observation des pensionnaires, ainsi que le nettoyage. Les *Dendrobatidae* n'étant pas des animaux arboricoles, la hauteur du terrarium, au minimum 40 cm, sera surtout conditionnée par le décor, notamment les plantes. Les plus grandes (*Dendrobates tinctorius*, *Phyllobates bicolor*, *Phyllobates terribilis*) et les plus farouches (*Epipedobates trivittatus*, *Epipedobate bilinguis*) préféreront des terrariums de 80 x 40 x 40 cm voir 100 x 40 x 40 cm (respectivement longueur, profondeur, hauteur) (33). Les espèces les plus courantes (*Dendrobates auratus*, *Dendrobates leucomelas*, *Dendrobates tinctorius*, *Dendrobates azureus*) ont besoin d'une surface plus faible, un terrarium de 60 x 40 x 40 cm sera suffisant. Les plus petites espèces (*Dendrobates ventrimaculatus*, *Dendrobates imitator*, *Dendrobates pumilio*) se contenteront d'un habitat de 40 x 30 x 30 cm (44). Les dimensions sont données pour un couple. En cas de cohabitation de plusieurs couples, il faut augmenter ces mesures, mais il faudra surtout agencer le terrarium de manière à créer plusieurs territoires de taille suffisante pour un couple.

Les jeunes peuvent être élevés, en groupe, dans un terrarium de taille plus modeste 30 x 20 x 20 par exemple.

B Aménagement du terrarium

L'aménagement de base d'un terrarium destiné à accueillir des *Dendrobatidae* est constitué d'un substrat, d'un récipient d'eau et d'une cachette. En fonction du type de terrarium envisagé, terrarium de présentation ou de quarantaine, on privilégiera un décor synthétique ou naturel plus ou moins chargé (Fig. 31).

1 Aménagement de base

a Substrat

Le substrat du terrarium doit être assez léger, non abrasif et bien drainé pour éviter l'apparition de moisissures. Les matériaux les plus communément utilisés sont la terre de bruyère, la tourbe et le terreau tassé. On peut utiliser du gravier notamment pour la partie aquatique, mais il ne faut pas utiliser du gravier de carrière, à cause de ses arêtes vives qui pourraient blesser les animaux (47).

b Eau

Les animaux doivent toujours avoir à leur disposition de l'eau claire, de préférence non calcaire et non chlorée. Pour cela, on dispose dans le terrarium un récipient peu profond (5 cm), les *Dendrobatidae* étant majoritairement de piètres nageuses. Certaines espèces du genre *Colostethus* affectionnent cependant l'eau courante (50). L'eau sera laissée au moins 24 heures à l'air libre pour permettre au chlore de s'évaporer.

c Abris

Les *Dendrobatidae* étant des animaux timides, il est indispensable qu'elles disposent de cachettes dans le terrarium. De plus, elles seront utilisées pour déposer lors de la ponte.

2 Terrarium de soin, de quarantaine ou de recherche

C'est un terrarium de petite taille, destiné à n'accueillir qu'un individu ou un couple. On privilégie un décor synthétique facile à désinfecter. Le sol est constitué d'une plaque de gazon synthétique, la cachette est constituée d'une boîte plastique et la décoration éventuelle est réduite au minimum (plantes plastiques)

3 Terrarium régional

On peut être tenté de réaliser un terrarium esthétique planté avec des végétaux provenant de la même zone géographique que les grenouilles. On prendra le soin de déposer une couche de 5 à 8 cm de billes d'argile sur le fond pour assurer le drainage. Les parois du terrarium peuvent être recouvertes de fibres de coco qui servent de support aux plantes grimpantes, épiphytes et orchidées. Il est cependant important de ménager des espaces libres car l'excès de végétation inhibe la prise alimentaire

C Maintenance

Les *Dendrobatidae* sont des animaux très sensibles à leur environnement. Une hygiène irréprochable est donc indispensable. Il faut nettoyer avec une éponge les vitres, les plantes et les filtres à eau souillés par les excréments. Les proies non consommées et les parties de plantes mortes doivent également être enlevées sous peine de polluer rapidement le milieu. Le matériel utilisé doit être désinfecté à l'eau de javel à chaque utilisation et entre chaque terrarium. Enfin, le terrarium doit être entièrement vidé une fois par an pour être également désinfecté.



Fig. 31 : Un terrarium pour petits *Dendrobatidae* (34)

III PARAMETRES D'AMBIANCE

A Température

Les dendrobates sont des animaux poïkilothermes, la température de leur corps dépend de la température de leur environnement. Pour chaque espèce, on peut définir une fourchette de température optimale pour la vie des animaux. Les zones où vivent les *Dendrobatidae* présentent une certaine homogénéité de température et peu d'amplitude, tant saisonnières que nycthémérales. Dans tous les cas, il est préférable d'offrir un gradient de température aux animaux, qui choisiront alors la mieux adaptée. Le terrarium sera donc chauffé à 24/28 °C dans la journée et à 22/26 °C la nuit, sauf pour les quelques espèces vivant en altitude (*Epipedobates silverstonei* par exemple au Pérou). Ces dernières préfèrent des températures plus basses avec des amplitudes plus marquées, 22/26 °C le jour 18/22 °C la nuit.

Ces températures peuvent être atteintes à l'aide de différents dispositifs. La température de base est celle de la pièce dans laquelle se trouve le terrarium. Dans le cas d'une pièce entièrement dédiée à l'élevage de dendrobates, sa température doit donc correspondre à la limite basse de la fourchette de température utilisée. Le complément de chaleur peut être obtenu par un câble chauffant de 15 watts inclus dans le substrat ou bien, par une lampe à incandescence ou une lampe céramique. Cependant, le premier choix est à privilégier, les lampes asséchant l'atmosphère.

On placera un thermomètre dans chaque terrarium. L'idéal serait de coupler le système de chauffage avec un thermostat, permettant ainsi d'avoir une température stable.

B Eclairage

Les *Dendrobatidae* sont des animaux aux mœurs diurnes, ce qui est assez rare chez les amphibiens. L'éclairage adéquat du terrarium doit permettre, outre l'observation des animaux, la croissance des plantes et l'apport de rayons ultra violet, nécessaires aux grenouilles pour fixer le calcium. On peut utiliser différentes sources lumineuses. Les lampes à incandescence sont peu recommandées. En effet, leur spectre est peu intéressant et trahit les couleurs. De plus, elles ont tendance à assécher

l'atmosphère. On peut également utiliser toute la gamme des lampes horticoles (néons lumière du jour, lampe à vapeur de mercure ou de sodium) en fonction du besoin des plantes. Ces dispositifs devront être couplés avec un néon UV qui devra être placé à l'intérieur du terrarium, le verre arrêtant les rayons ultra violet (9).

Il est important de respecter un cycle jour/nuit sous peine d'induire un dérèglement hormonal chez les animaux amenant à l'anorexie. On peut reproduire les variations de durée d'éclairement suivant le programme suivant basé sur des observations locales : le jour le plus long (c'est-à-dire le solstice d'hiver, puisque les saisons sont inversées) est de 13h 30min, on réduit cette durée de 5 minutes tous les 15 jours. Le jour le plus court, au solstice d'été dure donc 11h 30 min (9).

C Aération et hygrométrie

1 Aération

Une bonne aération est nécessaire pour assurer le renouvellement de l'air vicié et pour éviter l'apparition de moisissures. Lors de la conception d'un terrarium, il est nécessaire de prévoir deux grilles d'aérations, sur des faces opposées du terrarium. Pour obtenir le meilleur brassage d'air, il convient d'en placer une sur le haut de la paroi et l'autre sur le bas.

2 Hygrométrie

Les *Dendrobatidae* sont des animaux des forêts tropicales humides, il faut donc que règne dans le terrarium une hygrométrie de l'ordre de 80%. Ce pourcentage peut être atteint en plaçant le récipient d'eau au dessus du câble chauffant. Dans les terrariums de grand volume, d'autres systèmes peuvent être utilisés, plus difficiles à mettre en place, plus coûteux, mais également très esthétiques. On peut intégrer une chute d'eau construite à base de mousse polyuréthane. Elle plongera dans le bassin, d'où sera pompée l'eau, au moyen d'une petite pompe immergée. On peut également installer un brumisateur à ultrasons dans le récipient. Ce système permet de reproduire un brouillard artificiel.

D Précipitations

Les précipitations sont nécessaires, non seulement pour maintenir l'hygrométrie, mais elles permettent également de reproduire les saisons. En effet, dans les régions où vivent les *Dendrobatidae*, seules la fréquence des pluies permet de dissocier les saisons et de reproduire une période de reproduction. En « été », (Cf. chapitre sur l'éclairement), on pulvérisera les grenouilles deux fois par jour, on réduira progressivement ces pulvérisations jusqu'à atteindre 1 fois tous les trois jours en plein hiver.

E Pression atmosphérique

Il semble que ce soit un paramètre important notamment pour la reproduction. Certains éleveurs ont observé que les pontes avaient plus souvent lieu lorsque la pression s'abaisse, annonçant des pluies. Nous n'avons cependant aucun moyen de la contrôler.

IV ALIMENTATION

L'alimentation est un facteur clé de l'élevage des *Dendrobatidae*. Elle doit être riche, tant en quantité qu'en qualité. Dans la nature, les animaux trouvent une grande diversité de proies qu'il est impossible de reproduire en captivité, on cherchera donc à offrir une palette de nourriture aussi large que possible, que l'on complétera avec des vitamines et des minéraux.

A Alimentation des stades larvaires

Ce sujet sera traité dans le chapitre reproduction, à la partie élevage des têtards

B Alimentation des adultes

Les *Dendrobatidae* sont des animaux gloutons qui attrapent tout insecte qui passe à leur portée. Le choix est donc large et uniquement limité par la petitesse de la bouche. Le meilleur choix reste évidemment le « plancton de prairie », que l'on peut capturer au filet dans les champs. Il convient cependant de s'assurer que le champ n'a pas été traité et de rejeter les éventuels prédateurs.

La plupart des éleveurs ne disposant pas d'une source d'invertébrés sauvages, il est nécessaire d'élever les insectes qui seront proposés aux grenouilles. Le choix est vaste. De par leur taille réduite et leur élevage facile et prolifique, les drosophiles sont le plus couramment utilisées mais on peut également proposer des micro grillons, des petites larves de teignes, des collemboles....

Les grenouilles sont nourries quotidiennement, le matin pour leur permettre de chasser tout au long de la journée. Une grenouille adulte consomme environ 15 drosophiles par jour. (5)

C Complémentation minérale et vitaminique

L'alimentation proposée en captivité étant peu variée, le risque de carence est important. Les insectes doivent donc être saupoudrés de complément minéral et vitaminique. L'absence d'étude sur la complémentation m'amène à me baser sur les

observations de terrariophiles amateurs. La nourriture est le plus souvent complémentée tous les jours pour les jeunes et un jour sur deux pour les adultes, par un complément contenant deux fois plus de calcium que de phosphore. Les insectes sont également saupoudrés d'un complément vitaminique du commerce, vendu sous le nom de Reptivit® ou de Nekton®, contenant de la vitamine D3 et d'autres vitamines et oligoéléments. Cette complémentation permet d'accroître la fertilité et de diminuer la mortalité chez les jeunes.

V REPRODUCTION

Pour envisager la reproduction, il faut d'abord être certain d'avoir un couple. Le dimorphisme sexuel n'étant pas très apparent, il est plus aisé de laisser un couple se former dans un terrarium communautaire avant de l'isoler dans un terrarium de reproduction. Dans le cas où la reproduction est envisagée directement dans le bac communautaire, un ratio des sexes en faveur des mâles semble donner de meilleurs résultats. Deux systèmes de reproduction peuvent être envisagés. On peut laisser les têtards dans le terrarium au soin des parents. On prendra soin de proposer un nombre suffisant de récipients (des boîtes de pellicules photographiques par exemple) pour recevoir les têtards. La mortalité est importante avec cette technique, il est donc recommandé de retirer les œufs et de les incuber artificiellement. Pour les têtards mangeurs d'œufs, *Dendrobates pumilio*, *Dendrobates histrionicus*, *Dendrobates granuliferus*, *Dendrobates lehmanni*, l'élevage par la mère est cependant actuellement la seule technique qui donne des résultats, les essais de nourrissage artificiel étant particulièrement aléatoires.

A Parade nuptiale et ponte

Une fois le couple isolé dans le terrarium de ponte, on place une boîte de Pétri avec 5 mm d'eau sous l'abri et on laisse le couple réaliser sa parade. Une fois la ponte terminée, il faut attendre 24 heures pour être certain que le mâle a bien fécondé les œufs.

B Incubation

La boîte de Pétri est récupérée et nettoyée sans endommager ni les œufs ni la gélatine. Elle est remplie de 5 mm d'eau propre et mise à flotter dans une boîte contenant de l'eau maintenue à 25°C par un thermoplongeur. L'eau de la boîte est changée tous les jours par de l'eau déchlorée. Deux fois par jour, les œufs sont aspergés pour reproduire les soins du mâle. Il arrive que certains œufs se couvrent de moisissures. Il s'agit souvent d'œufs clairs et les moisissures ne s'attaquent pas aux œufs fécondés. Certains auteurs recommandent de séparer les œufs atteints au scalpel, mais cette technique présente des risques pour les œufs sains. Il est possible d'utiliser

des préparations antimycosiques pour poissons d'ornements, aux mêmes concentrations. L'éclosion a lieu entre 10 et 15 jours suivant la ponte.

C Elevage des têtards

Les têtards sont récupérés avec précaution dans la boîte de Pétri et sont déposés séparément dans des récipients de 1 à 2 dl. L'eau en est renouvelée quotidiennement avec de l'eau déchlorée. Certains proposent l'utilisation d'un aquarium complet avec gravier et plantes, d'un volume d'au moins 2 litres pour une douzaine de têtards. Les avantages de cette technique sont l'absence de changement d'eau (sous réserve de ne pas suralimenter) mais surtout que la métamorphose semble plus tardive produisant des grenouilles plus grandes et plus résistantes. Cependant on note un phénomène de dominance qui induit une grande variabilité dans le temps de métamorphoses entre des têtards dominants (10 semaines) et des dominés (20 semaines ou plus). Le cannibalisme semble limité si les têtards sont suffisamment nourris, s'ils trouvent de nombreuses caches et s'ils proviennent de la même ponte. Même lorsque ces conditions sont respectées, on peut voir apparaître du cannibalisme, particulièrement chez *Dendrobates azureus* (7, 8).

Les membres postérieurs apparaissent en premier. Lorsque les membres antérieurs apparaissent également et que la queue régresse, on transfère le têtard dans une boîte avec 1 cm d'eau et une pente permettant d'éviter la noyade.

Les têtards de *Dendrobatidae* sont essentiellement carnivores. Ils reçoivent donc quotidiennement une alimentation à base de paillettes pour poissons, de daphnies, de tubifex, de larves de moustiques, d'infusoires de spiruline. Il faut faire très attention aux quantités distribuées, la nourriture non consommée risque de se décomposer et d'intoxiquer les têtards. On peut également nourrir les têtards avec du plancton d'eau douce pêché dans une mare ou une rivière, il faut cependant bien écarter les prédateurs.

D Elevage des jeunes

Lorsque 90 % de la queue a régressé, on passe les animaux dans un terrarium de 40 cm x 20 cm x 20 cm disposant du même aménagement qu'un terrarium d'adulte. Les jeunes grenouilles semblent particulièrement sensibles aux fortes températures (supérieures à 30°C). Les grenouilles de la même ponte peuvent être gardées ensemble. Il faut cependant faire attention au phénomène de dominance, particulièrement chez *Dendrobates azureus* (7, 8).

Les jeunes ne posent pas de problème particulier de nourrissage à condition de leur fournir des proies d'une taille adaptée, collemboles et microgrillons saupoudrés de complément minéral et vitaminique.

VI AFFECTIONS DES *DENDROBATIDAE*

Les affections des *Dendrobatidae* n'ont jusqu'à maintenant pas fait l'objet d'études spécifiques. Les informations disponibles sont donc rares, notamment en ce qui concerne la thérapeutique. Les *Dendrobatidae* sont des espèces résistantes, une fois qu'elles sont acclimatées.

A Prévention des maladies

La prévention des maladies passe par un choix minutieux des animaux, choix qui privilégiera, quand c'est possible, des animaux nés en captivité. Les animaux doivent être vifs, brillants. Ils se déplacent constamment dans le terrarium à la recherche de nourriture. Leurs excréments sont sombres, bien moulés.

L'hygiène dans le terrarium devra être irréprochable. Le matériel utilisé devra toujours avoir été désinfecté (à l'eau de javel par exemple). Dans le cas où le même matériel serait utilisé pour les terrariums de présentation et les terrariums de quarantaine ou de soin, il faut réaliser les soins des animaux sains avant ceux des animaux malades ou suspects.

Tout nouvel arrivant devra passer par une période de quarantaine de deux mois. Il sera placé dans un terrarium individuel, ce qui permettra de vérifier son comportement, son appétit, ses selles dont on n'hésitera pas à faire une analyse.

Tout animal présentant un comportement ou une posture anormale, une coloration anormale de la peau ou une blessure devra être immédiatement séparé du reste de ses congénères et placé dans un terrarium de soin.

A titre prophylactique, pour tout nouvel arrivant et ensuite 2 fois par an, on peut réaliser un traitement anthelminthique. On saupoudre la nourriture un jour sur deux pendant 10 jours de fenbendazole (Panacur®) (3 mg/g), on répète l'opération dix jours plus tard. On peut également utiliser du métronidazole (Flagyl®) (5mg/g), à raison de quelques gouttes dans le récipient d'eau pendant 15 jours.

B Affections des adultes

1 Déshydratation

Dans un terrarium correctement humidifié, une grenouille ne risque pas la déshydratation. L'atmosphère d'un appartement étant particulièrement sèche, toute évacuation peut se terminer rapidement par la mort de l'animal. La peau de la grenouille devient alors terne et sèche, ne permettant plus la respiration. Le traitement consiste à baigner l'animal le plus rapidement possible dans une boîte contenant 1 cm d'eau à 25°C. Il faut faire très attention que l'animal affaibli ne se noie pas (15).

2 Noyades

Bien que faisant partie de la famille des amphibiens, qui contient des espèces strictement aquatiques, les *Dendrobatidae* sont de piètres nageuses qui peuvent se noyer dans le bac à eau. Il y a deux périodes particulièrement critiques, la fin de la métamorphose, avec le passage de la vie aquatique à la vie terrestre, et les combats incessants entre adultes.

3 Blessures

Les animaux peuvent se blesser suite à des chutes d'éléments de décor ou bien au cours de leurs luttes incessantes. L'animal devra être isolé dans un terrarium de soin. La petite taille des grenouilles ne permet pas de traiter une éventuelle fracture. En fonction du handicap et de ses possibilités de récupération, l'euthanasie de l'animal doit être envisagée. Les blessures sont badigeonnées deux fois par jour d'eau iodée déposée sur un coton tige.

4 « Maladie des pattes rouges » (red leg syndrom)

La maladie des pattes rouges est ainsi dénommée car elle se caractérise par une hyperémie sur les pattes et le ventre. Il s'agit d'une dermato-septicémie. Historiquement, elle était reliée aux *Aeromonas*, mais beaucoup d'autres bactéries, essentiellement Gram. -, provoquent ce genre de symptômes. Le tégument présente outre cette coloration rouge, de nombreux foyers de nécrose ou d'ulcération, des papules hémorragiques et des pétéchies. On note parfois l'apparition d'un œdème sous cutané qui donne une coloration pâle à l'animal.

Du fait de la petite taille des *Dendrobatidae*, seule une thérapeutique par bain doit être privilégiée. On pourra utiliser une solution de gentamicine à 1 g/l en bain de 10 min pendant 10 jour, ou une solution de colistine à 50 mg/100ml, 2 bains de 10 min par jour pendant 10 jours. On pourra augmenter la salinité (0.6 %) de l'eau du terrarium dont est issu l'animal malade pour protéger ses congénères. On peut également utiliser du sulfate de cuivre à 1 % (49).

5 « Gale »

Il ne s'agit pas d'une gale a proprement parlé. La symptomatologie a entraîné une confusion chez les éleveurs qui perdure actuellement. Les grenouilles atteintes de « gale » se grattent le dos et les flancs avec leurs pattes. Le prurit est accentué avec l'humidité, notamment lors des vaporisations. Par la suite, les animaux deviennent apathiques, anorexiques et finissent par mourir. L'agent pathogène est un virus du groupe Pico-RNA-virus. Il n'y a pas de traitement efficace actuellement connu, les essais de traitement par le chloramphénicol aboutissent à la mort des animaux.

6 Mycoses et pseudo-mycose

a Mycoses

Les dendrobates sont rarement victimes de champignons. Cependant, ceux-ci peuvent se développer sur une blessure. On trouve assez fréquemment des champignons du genre *Basidiobolus* sp. Le traitement traditionnel se fait par des bains de bleu de méthylène ou de vert de malachite à 0.3 mg/l. D'autres traitements ont été essayés avec des résultats variables, des bains de chlorure de benzalkonium, à la concentration de 2 mg/l, ou du kétoconazole per os à la dose de 10 mg/kg (49).

b Mycoses à Chytridiomycetes

Les chytridiomycoses sont dues à un champignon primitif découvert en 1998 : *Batrachochytrium dendrobatidis*. Elles se présentent sous la forme d'ulcération de la peau, de desquamations. La mortalité est de 100 % et elles sont extrêmement contagieuses (25). *Batrachochytrium dendrobatidis* a été classé dans la liste des 100 pathogènes les plus dangereux. Certains scientifiques redoutent qu'il ne provoque la disparition totale des grenouilles d'ici à 50 ans (231, 32).

Il n'existe actuellement aucun traitement réellement efficace (41). Tout animal suspect devra être immédiatement isolé, l'analyse histologique d'un fragment de peau permettra de confirmer le diagnostic. Les zoospores sont présentes sur l'animal mais également sur le matériel et dans l'eau (42, 43). Pour éviter toute contagion au sein de l'élevage, on respectera une séparation totale entre la zone de soin et les autres parties de l'élevage. L'eau des terrariums devra absolument être désinfectée avant toute évacuation, on peut pour cela utiliser de l'eau de javel ou la faire bouillir.

Certains traitements, encore expérimentaux, donnent des résultats aléatoires : amphotéricine, fluconazole, itraconazole, chlorure de benzalkonium. Nichols et Lamirande semblent obtenir de bons résultats, chez *Dendrobates tinctorius*, avec l'itraconazole à la concentration de 0.01 % en bain de 5 minutes pendant 11 jours. En traitement préventif, on peut utiliser des bains dans une solution de bleu de méthylène ou de vert de malachite à 0.3 g par litre (41).

7 Parasitoses intestinales

La grenouille infestée mange normalement, mais cependant elle ne grossit pas. Dans les cas d'infestations massives, l'état général de l'animal peut être affecté, augmentant les risques de maladies. Parfois, un gonflement de l'abdomen peut être observé. Les parasites les plus couramment retrouvés sont des coccidies, des nématodes, des trématodes et des flagellés. Le diagnostic est réalisé par coproscopie ou coproculture. Divers traitements sont utilisés avec succès : le métronidazole, à des doses de 20 mg/kg, contre les flagellés et les coccidies, l'amprolium, à 20 mg/kg contre les coccidies, le fenbendazole, à 30/50 mg/kg, contre les trématodes et les nématodes, le mébendazole à 30 mg/kg contre les nématodes. Ces traitements sont utilisés per os, mais ils sont probablement efficaces en pulvérisations sur l'animal, la pénétration cutanée des principes actifs étant importante (56).

8 « Bloating disease »

Une grenouille atteinte de bloating disease se met brusquement à gonfler. L'étiologie est inconnue, on suspecte des vers, des flagellés, voir des bactéries. Les traitements utilisés sont donc similaires à ceux des parasitoses intestinales. On peut

également utiliser des bains d'érythromycine à la concentration de 500 mg/l, deux fois par jour pendant 12 jours.

9 Hypocalcémie

Il arrive que certaines dendrobates présentent une paralysie des membres inférieurs due à des hypocalcémies sévères. Lors d'hypocalcémies plus légères, les grenouilles semblent prises de crampes. Les animaux sont traités par une injection intramusculaire de 0.1 ml d'une solution calcique (Calcium-Sandoz®, Calcium borogluconate). Il faut également modifier l'alimentation des grenouilles. (Cf. chapitre sur l'alimentation)

C Affections des œufs, des têtards et des jeunes

1 Affections des œufs

Les œufs sont parfois attaqués par des champignons, souvent *Megaselia sp.* qui s'attaquent le plus souvent aux œufs non fécondés. Il ne semble pas y avoir d'incidence sur les œufs sains, il vaut donc mieux éviter tout traitement. On se contentera de séparer les œufs atteints. Certains éleveurs ont cependant noté que la métamorphose des grenouilles issues de groupes d'œufs attaqués par les champignons est souvent retardée, produisant des grenouilles plus grandes et donc plus résistantes.

2 Affections des stades larvaires

On note assez peu de mortalité chez les stades larvaires si on exclut celle due au cannibalisme. En cas de nourrissage trop abondant, ou de changements d'eau trop peu fréquents, les têtards peuvent être intoxiqués par les nitrites. Ils viennent alors respirer à la surface, sont de moins en moins actifs puis meurent. Le traitement, comme la prévention, passe par des changements d'eau quotidiens.

3 Affections des jeunes

Les jeunes présentent parfois des malformations. La plus commune est le syndrome des « pattes d'allumettes » (13, 56). L'animal touché présente des membres fins et immobiles incapables de soutenir l'animal. Les pattes arrières sont amyotrophiées, on note une dystrophie de la colonne, la medulla oblongata n'est pas

fermée (Fig. 32 et 33). L'origine de cette malformation est inconnue et probablement multifactorielle : carence alimentaire chez les parents ou chez le têtard, consanguinité, emploi de certains produits tels la nipagine dans l'élevage des drosophiles, qualité ou température de l'eau. Des essais de laboratoire ont montré que les grenouilles délétées pour le gène Homéobox *XLHBox 1* présentaient le syndrome de manière constante. Certains éleveurs essaient de prévenir l'apparition de cette malformation par l'utilisation d'acide folique (vitamine B) ou de vitamine E, se basant sur la prévention du *spina bifida* chez l'homme. Dans certaines lignées, jusqu'à 30 % des individus sont touchés. Il n'y a pas de traitement possible, les animaux doivent être euthanasiés.

D'autres malformations plus bénignes peuvent apparaître, notamment la présence de doigts voir même de pattes surnuméraires.



Fig. 32 : *Dendrobates auratus* provenant de la même ponte et toutes atteintes du syndrome des pattes d'allumettes (13)



Fig. 33 : Jeune *Dendrobates auratus* présentant le syndrome des pattes d'allumettes (13)

Conclusion

Les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae* vivent dans les forêts d'Amérique centrale et du sud. La coloration très vive de certaines espèces leur a valu d'être qualifiée de joyaux de la forêt tropicale. D'autres caractéristiques comme une production cutanée de toxines, mortelles chez certaines espèces, et un comportement, notamment reproducteur, complexe en font une des familles d'amphibiens la plus fascinante. Cependant, la déforestation, la pollution et les maladies mettent en péril la survie de certaines espèces rendant nécessaire les programmes de conservation *ex situ*.

Certaines espèces étaient utilisées pour empoisonner les flèches de sarbacanes ou pour modifier la coloration des plumes de perroquets. Ces usages traditionnels ont disparu mais d'autres utilisations se développent. De nombreuses recherches notamment sont menées sur les propriétés des toxines de dendrobates. Mais c'est actuellement, outre la destruction de leur milieu de vie, la terrariophilie qui menace la survie de ces animaux. Pour cela une législation internationale, relayée par des dispositions nationales et communautaires, permet d'en contrôler le commerce.

Les *Dendrobatidae* sont des grenouilles résistantes et en général assez faciles à maintenir en captivité. La principale difficulté étant le nourrissage des têtards chez certaines espèces qui dans la nature les nourrissent avec des œufs non fécondés. Elles peuvent être logées dans des terrariums de taille modeste abondamment plantés, maintenus humides et chauds. Les adultes se nourrissent, en grande quantité, d'une large gamme d'insectes et de vers. La pathologie des *Dendrobatidae* reste assez peu documentée et les traitements sont le plus souvent teintés d'empirisme. De nombreux efforts restent donc à faire pour mieux maîtriser l'élevage, la reproduction et la médecine de ces animaux.

Bibliographie

1. Bannon A.W., Edcker M.W., Hollady M.W., Curzon P., Donnelly-Roberts D., Puttfarcken P.S., Bitner R.S., Diaz A., Dickenson A.H., Porsolt R.D., Williams M. & Armeric S.P. (1998) Broad-Spectrum, Non-Opioid Analgesic Activity by Selective Modulation of Neuronal Nicotinic Acetylcholine Receptors. *Science*. 279: 77-81
2. Barraband (1801) Dessin de conure à œil blanc tapirée (*Aratinga leucophthalmus*) in *Le vaillant 1801 L'Histoire Naturelle des Perroquets* volume 1, 134 pages
3. Barraband (1801) Dessin d'amazone festive (*Amazona festiva*) tapirée in *Le vaillant 1801 L'Histoire Naturelle des Perroquets* volume 1, 134 pages
4. Bargar T.M., Lett R.M., Johnson P.L., Hunter J.E., Chang C.P., Pernich D.J., Sabol M.R. & Dick M.R. (1995) Toxicity of Pumiliotoxin 251D and Synthetic Ananlogs to the Cotton Pest *Heliothis virescens*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 1044-1051
5. Barnett L.S. (1997) The herpetocultur of dendrobatid frogs at the National Aquarium in Baltimore. *Proc. Symp. Int. Herpetol. Soc.* 18-34
6. Bertrum D. (1994) A discussion of the toxicity of *Phylllobates terribilis*. *ISSD Newsletter* 1: 6-9
7. Blake E. & Sherriff D. A Maintenance of the Blue Poison Arrow frog, [en-ligne] : The British Dendrobates Group [<http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.azureus1>], (consulté le 13 septembre 2004)
8. Blake E. & Sherriff D. (1997) Maintenance of the blue poison arrow frog at Edinburgh Zoo. *British Dendrobatid Group Newsletter* 29: 4-9
9. Blatchford D. (1986) Environmental lighting. *Proc. Symp. UK Herpetol. Soc.: Captive Breeding* 87-97

10. CIA (2006) The World Fact Book – Central America and the Caribbean – Reference map [en-ligne: https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/reference_maps/central_america.html], (consulté le 22 Juillet 2006)
11. CIA (2006) The World Fact Book – South America – Reference map [en-ligne: https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/reference_maps/south_america.html], (consulté le 22 Juillet 2006)
12. Claessen H. A new Reproduction mode for Frogs of the Genus *Colostethus*, [en-ligne: The British Dendrobates Group [<http://www.thebdg.org/library/frogspecies/C.degranvillei>], (consulté le 13 septembre 2004)
13. Claessen H. Developments in the study of spindle leg syndrome, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/spindleleg1>], (consulté le 13 septembre 2004)
14. Cochrane C.S. (1825) Journal of a residence and travels in Colombia during the years 1823 and 1824. Londres: Henry Colburn, 2 vols. vol. 1, xvi + pp. 524.; vol. 2, xvii + pp. 517
15. Coomans A. (1993) Entretien et pathologie des amphibiens en captivité. Thèse de doctorat Vétérinaire, Toulouse, 260 p.
16. Daly J.W. (1995) The chemistry of poisons in amphibian skin Proceedings of the National Academy of Sciences of USA, 92: 9-13
17. Daly J.W., Secunda S. I., Garraffo H.M., Spande T.F., Wisnieski A., Nishihira C. & Cover J.F. (1992) Variability in alkaloid profiles in neotropical poison frogs (Dendrobatiade): genetic versus environmental determinants. *Toxicon*, 30: 887-898
18. Daly J.W., Secunda S.I., Garraffo H.M. Spande T.F., Wisnieski A. & Cover J.F. Jr (1994) An uptake system for dietary alkaloids in poison frogs (Dendrobatidae). *Toxicon*, 32: 657-663
19. Duellman W. & Trueb L. (1985) Biology of Amphibians. John Hopkins University press, Baltimore (USA) 696 p.

20. Ellenhorn M.J. & Barceloux D.G. (1988) : Foodborne Toxines. In: Ellenhorn M.J. and Barceloux D.G. Medical toxicology, Diagnosis and treatment of human poisoning. London Elsevier, 1197-1198
21. George J. *Dendrobates pumilio*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.pumilio>], (consulté le 13 septembre 2004)
22. Gibbs A. breeding report, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.ventrimaculatus>], (consulté le 13 septembre 2004)
23. Gleyze D. (1998) Envenimation des carnivores domestiques par les vipères, les chenilles processionnaires et les batraciens. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 105 p.
24. Gosner K.L. (1960) A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae. *Herpetologica*, 16:183-190
25. Hawkins S. *A Dendrobates histrionicus* : Slow progress with breeding, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.histrionicus>], (consulté le 13 septembre 2004)
26. Hermans K. & Ercken D. Another interesting poison dart frog, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/e.pictus>], (consulté le 13 septembre 2004)
27. Huppert, Dirk. (2006) *Epipedobates tricolor* carrying tadpoles [en-ligne : <http://www.bio.davidson.edu/Courses/anphys/2000/Todd/nathist2.htm>] , (consulté le 22 Juillet 2006)
28. La Marca E. *Mannophryne* sp. [en-ligne: The British Dendrobates Group [<http://www.thebdg.org/library/frogspecies/mannophryne>], (consulté le 13 septembre 2004)

29. Le Gaillard S. (2000) Les toxines des amphibiens de la famille des Dendrobatidae: présentation générale et essai de modélisation des relations structure/toxicité Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, n°72, 63 p.
30. Lescure J. (1995) Les Amphibiens p 251-263 in : Goyffon M. and Heurtault J.: La fonction venimeuse. Paris Masson. 284 p
31. Longcore J.E., Pessier, A.P. & Nichols, D.K. (1999): *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia* 91: 219-227.
32. Longcore J. (2000) *Batrachochytrium dendrobatidis*, the "frog chytrid" (abstract), Proceedings: Getting the Jump on Amphibian Disease, Cairns, Australia, 26-30 August 2000, 21.
33. Makovec M. (2004) *Epipedobates bilinguis*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/e.bilinguis>], (consulté le 13 septembre 2004)
34. Merminod C. (2000) L'élevage des dendrobates et des mantella. Philippe Gérard Editions, Paris, 82 p.
35. Miller C. (2004) The Kokoe frog, *Phyllobates aurotaenia*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/p.aurotaenia>], (consulté le 13 septembre 2004)
36. Mouret H. (2001) L'élevage des amphibiens. Philippe Gérard Editions, Paris, 90 p.
37. Murphy D. C. (2002) Reconstruction of *Ichthyostega*, a Late Devonian relative of *Densignathus* [en-ligne: www.devoniantimes.org/who/pages/densignathus.html], consulté le 23 juillet 2006
38. Murphy D. C. (2002) reconstruction of *Eusthenopteron*, a Late Devonian relative of *Hynieria lindae* [en-ligne: www.devoniantimes.org/who/pages/densignathus.html], consulté le 23 juillet 2006

39. Myers C.W., Daly J.W. & Malkin B. (1978) A dangerously toxic new frog (Phylllobates) used by Emberá indians of western Colombia, with discussion of blowgun fabrication and dart poisoning. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 161: 307-365
40. Myers C.W., Daly J.W. (1983) Les grenouilles vénéneuses d'Amérique tropicale. *Pour la Science*, 66: 26-37
41. Nichols D.K. & Lamirande E.W. (2000) Treatment of cutaneous chytridiomycosis in blue-and-yellow poison dart frogs (*Dendrobates tinctorius*) (abstract), *Proceedings: Getting the Jump on Amphibian Disease*, Cairns, Australia, 26-30 August 2000, 51
42. Nichols D.K., Lamirande E.W., Pessier A.P. & Longcore, J.E. (2000) Experimental transmission and treatment of cutaneous chytridiomycosis in poison dart frogs (*Dendrobates auratus* and *Dendrobates tinctorius*) (abstract), *Proceedings: Joint Conf. Am. Assoc. Zoo Vet. and Internat. Assoc. Aqua. An. Med.*, New Orleans, LA, 17-21 September 2000, 42-44
43. Nichols D.K., Lamirande E.W., Pessier A.P. & Longcore J.E. (2001) Experimental transmission of cutaneous chytridiomycosis in two species of dendrobatid frogs. *J. Wildlife Dis.* 37: 1-11
44. Patocka J., Wulf K. S. & Palomeque M. V. M. Dart poison frogs and their toxins, [en-ligne: the Applied Science and Analysis, Inc. Newsletter 99-5, issue n°. 74 <http://www.asanltr.com/ASANews-99/995frogs.htm>], (consulté 26 novembre 2003)
45. Phisalix M. (1922) Batraciens. p. 144-146 In: Phisalix M.: *Animaux venimeux et venins*, Tome 2. Masson ed., Paris, 864 p.
46. Pickett (1987). Poison arrow frogs, CITES, and other interesting matters, *British Herpetological Society Bulletin*, 21: 58-59
47. Preece D. J. (1998) The captive management and breeding of poison-dart frogs, family Dendrobatidae, at Jersey Wildlife Preservation Trust, using a pilot species. *Dodo, Durrell Wildlife Conservation Trust*, 34: 103-114

48. Schneider J.G. (1799) *Historiae amphibiorum: naturalis et literariae, fasciculus primus, continens Ranas, Calamitas, Bufones, Salamandras et Hydros*. Jena: Friederici Frommann, 1: 13
49. Schulte R. (1999) *The Poison Dart Frogs Series: PERU INIBICO* Waiblingen (Allemagne) 280 p.
50. Skillcorn J. The Trinidad stream frog, *Colostethus trinitatis*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/c.trinitatis>], (consulté le 13 septembre 2004)
51. Skillcorn J. A *Dendrobates imitator*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.imitator1>], (consulté le 13 septembre 2004)
52. Steier S. (2004) Reconstitution de *Triadobatrachus* sp. [en-ligne: <http://paleospot.com/pages/galerie.php>], (consulté le 22 Juillet 2006)
53. Suarez-Mayorga A. M. A review of the genus *Minyobates*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/genus.review>], (consulté le 13 septembre 2004)
54. Worthington B. Short notes on keeping *D. truncatus*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.truncatus2>], (consulté le 13 septembre 2004)
55. Worthington B. *Dendrobates truncatus*, [en-ligne: The British Dendrobates Group <http://www.thebdg.org/library/frogspecies/d.truncatus1>], (consulté le 13 septembre 2004)
56. Wright K. M., Whitaker B. R., Barnett S. L. & al. (2001) *Amphibian medicine and captive husbandry*. Kevin M. Wright and Brent R. Whitaker ed. Krieger Publishing Company, Melbourne, Florida (USA) 570 p.

Annexe : Liste des espèces par genre

(19)

Allobates

Allobates femoralis

Allobates zaparo

Aromobates

Aromobates nocturnus

Aromobates aquaticus

Colostethus

Colostethus abditaurentius

Colostethus agilis

Colostethus alacris

Colostethus alagoanus

Colostethus alessandroi

Colostethus anthracinus

Colostethus argyrogaster

Colostethus atopoglossus

Colostethus awa

Colostethus ayarzaquenai

Colostethus beebei

Colostethus betancuri

Colostethus bocagei

Colostethus borjai

Colostethus brachistriatus

Colostethus breviquartus

Colostethus bromelicola

Colostethus brunneus

Colostethus caeruleodacylus

Colostethus capixaba

Colostethus capurinensis

Colostethus carioca

Colostethus cepedai

Colostethus cevallosi

Colostethus chalcopis

Colostethus chocoensis

Colostethus conspicuus

Colostethus crombiei

Colostethus degranvillei

Colostethus delatorreae

Colostethus dunni

Colostethus dysprosium

Colostethus edwardsi

Colostethus elachyhistus

Colostethus erasmios

Colostethus exasperatus

Colostethus excisus

Colostethus faciopunctulatus

Colostethus fallax

Colostethus fascianiger

Colostethus flotator

Colostethus fraterdanieli

Colostethus fratisenescus

Colostethus fugax

Colostethus fuliginosus

Colostethus furviventrus

Colostethus fuscillus

Colostethus gasconi

Colostethus goianus

Colostethus guanayensis

Colostethus humilis

<i>Colostethus idiomelas</i>	<i>Colostethus parimae</i>
<i>Colostethus imbricolus</i>	<i>Colostethus parkerae</i>
<i>Colostethus infraguttatus</i>	<i>Colostethus patitae</i>
<i>Colostethus inguinalis</i>	<i>Colostethus peculiaris</i>
<i>Colostethus insperatus</i>	<i>Colostethus peruvianus</i>
<i>Colostethus jacobuspetersi</i>	<i>Colostethus picacho</i>
<i>Colostethus juanii</i>	<i>Colostethus pinguis</i>
<i>Colostethus kingsburyi</i>	<i>Colostethus poecilonotus</i>
<i>Colostethus lacrimosus</i>	<i>Colostethus praderioi</i>
<i>Colostethus latinasus</i>	<i>Colostethus pratti</i>
<i>Colostethus lehmani</i>	<i>Colostethus pseudopalmatus</i>
<i>Colostethus leopardalis</i>	<i>Colostethus pulchellus</i>
<i>Colostethus littoralis</i>	<i>Colostethus pumilus</i>
<i>Colostethus lynchi</i>	<i>Colostethus ramirezi</i>
<i>Colostethus machalilla</i>	<i>Colostethus ramosi</i>
<i>Colostethus maculosus</i>	<i>Colostethus ranoides</i>
<i>Colostethus mandelorum</i>	<i>Colostethus roraima</i>
<i>Colostethus maquipucuna</i>	<i>Colostethus ruizi</i>
<i>Colostethus marchesianus</i>	<i>Colostethus ruthveni</i>
<i>Colostethus marmoreoventris</i>	<i>Colostethus saltuensis</i>
<i>Colostethus masniger</i>	<i>Colostethus sanmatini</i>
<i>Colostethus mcdiarmidi</i>	<i>Colostethus sauli</i>
<i>Colostethus melanolaemus</i>	<i>Colostethus shrevei</i>
<i>Colostethus mertensi</i>	<i>Colostethus shuar</i>
<i>Colostethus mittermeieri</i>	<i>Colostethus stepheni</i>
<i>Colostethus murisipanensis</i>	<i>Colostethus sumtuosus</i>
<i>Colostethus mystax</i>	<i>Colostethus sylvaticus</i>
<i>Colostethus nexipus</i>	<i>Colostethus talamancae</i>
<i>Colostethus nidicola</i>	<i>Colostethus tamacuarensis</i>
<i>Colostethus nubicola</i>	<i>Colostethus tepuyensis</i>
<i>Colostethus olfersioides</i>	<i>Colostethus thorntoni</i>
<i>Colostethus ornatus</i>	<i>Colostethus toachi</i>
<i>Colostethus palmatus</i>	<i>Colostethus trilineatus</i>
<i>Colostethus panamensis</i>	<i>Colostethus undulatus</i>

Colostethus utcubambensis
Colostethus vanzolinius
Colostethus vergeli
Colostethus vertebralis
Colostethus wayuu
Colostethus whymperi
Colostethus yaguara

Cryptophyllobates

Cryptophyllobates azureiventris

Dendrobates

Dendrobates abditus
Dendrobates altobueyensis
Dendrobates amazonicus
Dendrobates arboreus
Dendrobates auratus
Dendrobates azureus
Dendrobates biolat
Dendrobates bombetes
Dendrobates captivus
Dendrobates castaneoticus
Dendrobates claudiae
Dendrobates duellmani
Dendrobates fantasticus
Dendrobates flavovittatus
Dendrobates fulguritus
Dendrobates galactonotus
Dendrobates granuliferus
Dendrobates histrionicus
Dendrobates imitator
Dendrobates lamasi
Dendrobates lehmanni
Dendrobates leucomelas

Dendrobates minutus
Dendrobates mysteriosus
Dendrobates occultator
Dendrobates opisthomelas
Dendrobates pumilio
Dendrobates quinquevittatus
Dendrobates reticulatus
Dendrobates rubrocephalus
Dendrobates sirensis
Dendrobates speciosus
Dendrobates steyermarki
Dendrobates tinctorius
Dendrobates truncatus
Dendrobates vanzolinii
Dendrobates variabilis
Dendrobates ventrimaculatus
Dendrobates vicentei
Dendrobates viridis
Dendrobates virolinensis

Epipedobates

Epipedobates andinus
Epipedobates anthonyi
Epipedobates bassleri
Epipedobates bolivianus
Epipedobates boulengeri
Epipedobates braccatus
Epipedobates cainarachi
Epipedobates erythromos
Epipedobates espinosai
Epipedobates flavopictus
Epipedobates hahneli
Epipedobates ingeri
Epipedobates labialis

Epipedobates macero
Epipedobates maculatus
Epipedobates myersi
Epipedobates parvulus
Epipedobates petersi
Epipedobates pictus
Epipedobates planipaleae
Epipedobates pongoensis
Epipedobates pulchripectus
Epipedobates rubriventris
Epipedobates rufulus
Epipedobates silverstonei
Epipedobates simulans
Epipedobates smaragdinus
Epipedobates tricolor
Epipedobates trivittatus

Mannophryne

Mannophryne caquetio
Mannophryne collaris
Mannophryne cordilleriana
Mannophryne herminae
Mannophryne lamarcai
Mannophryne larandina
Mannophryne neblina
Mannophryne oblitterata
Mannophryne olmonae
Mannophryne riveroi
Mannophryne trinitatis
Mannophryne yustizi

Minyobates

Minyobates abditus
Minyobates altobueyensis
Minyobates bombetes
Minyobates fulguritus
Minyobates minutus
Minyobates opisthomelas
Minyobates steyermarki
Minyobates viridis
Minyobates virolinensis

Nephelobates

Nephelobates alboguttatus
Nephelobates durantii
Nephelobates haydeae
Nephelobates mayorgai
Nephelobates meridensis
Nephelobates molinari
Nephelobates orostoma
Nephelobates serranus

Phyllobates

Phyllobates aurotaenia
Phyllobates bicolor
Phyllobates lugubris
Phyllobates terribilis
Phyllobates vittatus

LES GRENOUILLES DE LA FAMILLE DES *DENDROBATIDAE*

CONTRIBUTION A LA CONSERVATION *EX SITU*

NOM et Prénom : GUILLON Benjamin

Résumé

Le but de cette thèse est de permettre aux institutions zoologiques de maintenir dans de bonnes conditions et de présenter au public les grenouilles de la famille des *Dendrobatidae*.

La première partie présente la famille des *Dendrobatidae* notamment la biologie, l'écologie, l'anatomie et la physiologie de ces animaux. Certains points, plus caractéristiques de ces grenouilles sont approfondis notamment leur coloration, la production de toxines cutanées ainsi que leur comportement reproducteur.

La seconde partie aborde les relations entre ces grenouilles et l'homme, exposant les utilisations par différentes sociétés. Elle contient également un rappel de la législation applicable.

La thèse se conclue sur une analyse des différents aspects de l'élevage en captivité, le logement, l'alimentation et la reproduction. Les affections des *Dendrobatidae* y sont également décrites ainsi que leur traitement.

Mots clés

PARC ZOOLOGIQUE / CONSERVATION DES ESPECES / ANIMAUX EN
CAPTIVITE / ELEVAGE / AMPHIBIEN / GRENOUILLE / *DENDROBATIDAE*

Jury

Président : Pr.

Directeur : Pr. Rene Chermette

Assesseur : Dr. Renaud Tissier

Adresse de l'auteur

M. Benjamin GUILLON
1rue de l'Ardèche
27000 Evreux

FROGS FROM THE *DENDROBATIDAE* FAMILY

CONTRIBUTION TO *EX SITU* CONSERVATION

NAME and SURNAME : GUILLON Benjamin

Summary

This thesis aims to give zoological institutions sound information on the breeding of frogs from the *Dendrobatidae* family and on their presentation in public exhibitions.

The first part of the thesis presents the *Dendrobatidae* family and particularly its biology, ecology, anatomy and physiology. Defining characteristics for these frogs are colour pattern, cutaneous toxin production and reproductive behaviour.

The second part describes the relationship between these frogs and human beings, explaining their traditional and modern uses in different societies. It also includes a summary of relevant legislation.

The thesis concludes with an analysis of the different aspects of captive breeding, housing, feeding, and reproduction. The different diseases of *Dendrobatidae* are also described along with their treatments.

Keywords

ZOOLOGIC PARK / SPECIES CONSERVATION / ANIMALS IN CAPTIVITY /
BREEDING / AMPHIBIAN / FROG / *DENDROBATIDAE*

Jury

President : Pr.
Director : Pr. Rene Chermette
Assessor : Dr. Renaud Tissier

Author's address

Mr.. Benjamin GUILLON
1 rue de l'Ardèche
27000 Evreux