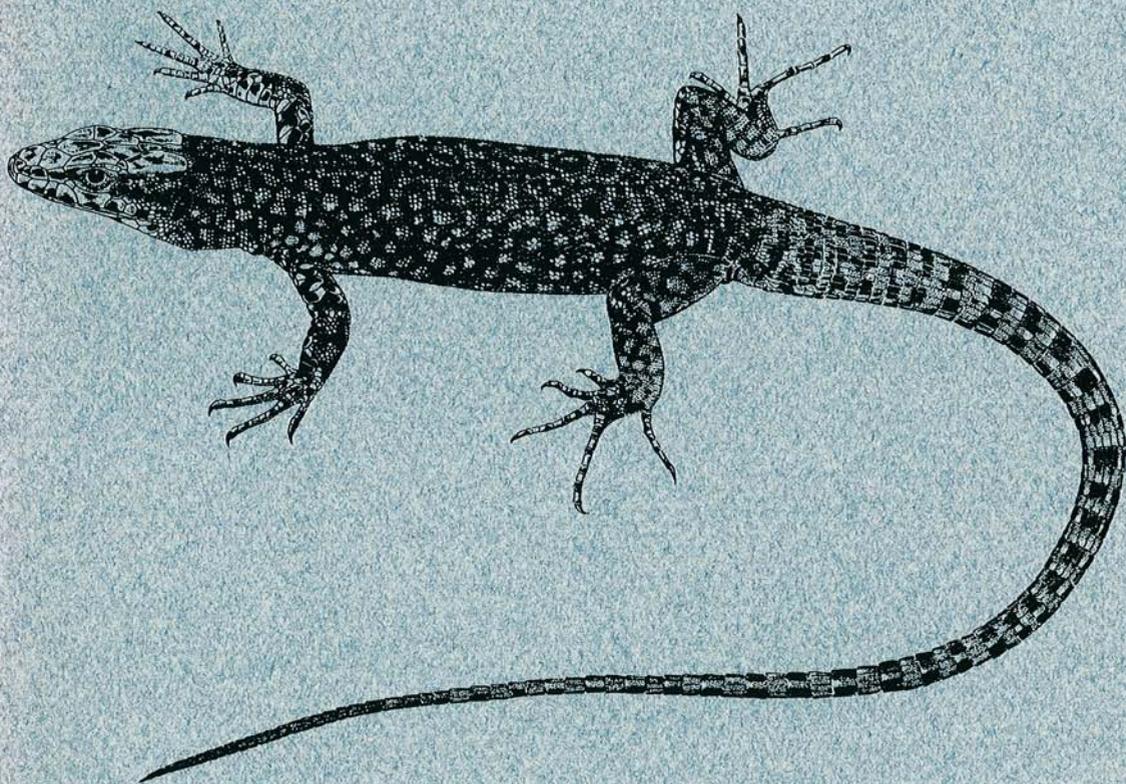


Bulletin de la Société Herpétologique de France

3^{ème} trimestre 1989

n° 51



ISSN 0754-9962

Bull. Soc. Herp. Fr., (1989) 51

Bulletin de la Société Herpétologique de France

Responsable de la rédaction / **Editor** : **Roland VERNET**
Responsables associés / **Associate editors** : Claude PIEAU, Michel LEMIRE
Responsable index / **Index editor** : Jeff TIMMEL, Sophie BERLAND
Directeur de la publication / **Director of publication** : **Robert GUYÉTANT**

Comité de rédaction et comité de lecture / **Editorial Board**

R. BARBAULT, L. BODSON (Univ. Liège), J. DURAND, J.-M. FRANCAZ, M. GOYFFON, R. GUYÉTANT, D. HEUCLIN, B. LANZA (Italie), M. LEMIRE, J. LESCURE, C. PIEAU, A. de RICQLÈS, J.-C. RAGE, R. VERNET.

Instructions aux auteurs / **Instructions to authors**

Dés instructions détaillées ont été publiées dans le numéro 33. Les auteurs peuvent s'y reporter. S'ils ne les possèdent pas, ils peuvent en obtenir une copie auprès du responsable du comité de rédaction. Les points principaux peuvent être résumés ainsi :

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne, au recto seulement sont envoyés en double exemplaire. La disposition du texte doit respecter les instructions. L'adresse de l'auteur se place en dernière page. Les figures sont réalisées sur papier calque ou bristol. Les photographies (noir et blanc) ne sont publiées qu'exceptionnellement. Les légendes des figures sont dactylographiées sur feuilles séparées. Les références bibliographiques sont regroupées en fin d'article.

Exemple de présentation et référence bibliographique :

BONS, J., CHEYLAN, M. et GUILLAUME, C.P. (1984) — Les Reptiles méditerranéens. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 29: 7-17.

Tirés à part

Les tirés à part (payants) ne sont fournis qu'à la demande des auteurs (lors du renvoi de leurs épreuves corrigées) et seront facturés par le service d'imprimerie.

La rédaction n'est pas responsable des textes et illustrations publiés qui engagent la seule responsabilité des auteurs. Les indications de tous ordres, données dans les pages rédactionnelles, sont sans but publicitaire et sans engagement.

La reproduction de quelque manière que ce soit même partielle, des textes, dessins et photographies publiées dans le Bulletin de la Société Herpétologique de France est interdite sans l'accord écrit du directeur de la publication. La S.H.F. se réserve la reproduction et la traduction ainsi que tous les droits y afférant, pour le monde entier. Sauf accord préalable, les documents ne sont pas retournés.

ENVOI DES MANUSCRITS à :

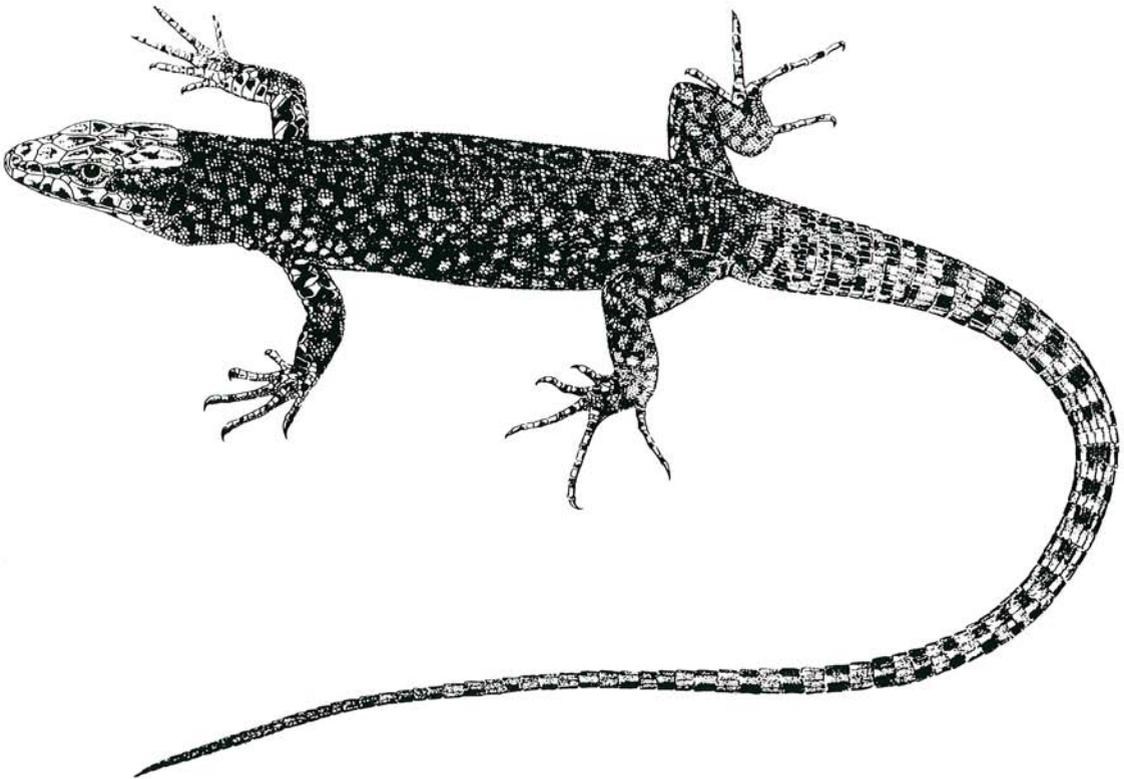
M. Roland VERNET
Laboratoire d'Ecologie, Ecole Normale Supérieure
46 rue d'Ulm - 75230 PARIS CEDEX 05

Le Gérant: R. GUYÉTANT
N° de Commission paritaire: 59374
Service commun de l'imprimerie
de l'Université de Franche-Comté
25030 BESANÇON - CEDEX
Dépôt légal: 3ème trimestre 1989

Bulletin de la Société Herpétologique de France

3^{ème} trimestre 1989

n° 51



ISSN 0754-9962

Bull. Soc. Herp. Fr., (1989) 51

Bulletin de la Société Herpétologique de France

3^{ème} trimestre 1989

n° 51

SOMMAIRE

- **Utilisation de quelques techniques récentes non morphologiques en systématique et phylogénie des Amphibiens et des Reptiles : quelques exemples. (3^{ème} partie)**
Claude-P. GUILLAUME..... 1
- **Nouvelles observations sur l'herpétofaune marocaine**
Rémi DESTRE, Philippe ROUX, Philippe GENIEZ, Michel THEVENOT et Jacques BONS..... 19
- **Observations sur l'activité de divers Batraciens dans une dune littorale de Loire Atlantique**
Francis GIRARD..... 27
- **Nouvelles données sur la réaction de défense réflexe ("unken reflex") chez *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (*Anura, Ranidae*)**
Mario GARCIA-PARIS et Marisa ESTEBAN..... 33
- **Cure chirurgicale d'une rétention d'oeufs chez un chélonien (*Pseudemys scripta elegans*)**
Brieuc FERTARD..... 37
- **Bibliographie (résumé de thèse)..... 43**
- **Notes. Vie de la Société. Informations..... 46**

CONTENTS

- **Use of some recent non-morphological techniques in the systematics and phylogeny of herptiles : some examples. Part III.**
Claude-P. GUILLAUME..... 1
- **New records on Moroccan herpetofauna**
Remi DESTRE, Philippe ROUX, Philippe GENIEZ, Michel THEVENOT, and Jacques BONS..... 19
- **Observations on the activity of various Amphibians in a littoral sand dune of Loire Atlantique (Western France)**
Francis GIRARD..... 27

• New data on the "unken reflex" reaction in <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 (<i>Anura, Ranidae</i>) Mario GARCIA-PARIS and Marisa ESTEBAN.....	33
• Surgery of a dystocia in a Turtle (<i>Pseudemys scripta elegans</i>) Brieuc FERTARD.....	37
• Bibliography (thesis summary).....	43
• Notes. News from the Society. Informations.....	46

UTILISATION DE QUELQUES TECHNIQUES RÉCENTES NON MORPHOLOGIQUES EN SYSTÉMATIQUE ET PHYLOGÉNIE DES AMPHIBIENS ET DES REPTILES: QUELQUES EXEMPLES (3ème partie)

par

Claude-P. GUILLAUME

Résumé — Cette dernière partie termine l'évocation de quelques techniques récentes par les méthodes d'étude des acides nucléiques (quantitatives et qualitatives/comparatives) et le séquençage des acides aminés. Dans la discussion finale, on compare les champs d'application taxinomique préférentiels de chaque technique. On montre que (hormis pour la détermination quantitative de l'ADN) l'efficacité taxinomique des techniques évoquées est bien établie, et que les résultats obtenus par différentes d'entre elles sont, en général, bien corrélés. La conclusion insiste sur l'aspect complémentaire des techniques "récentes" et "traditionnelles", évoque l'importance de l'informatisation, et appelle à une meilleure prise en considération de la systématique et de l'herpétologie.

Mots-clés : Systématique, Acides nucléiques, Acides aminés, Amphibiens, Reptiles.

Summary — In that last part, we finish the evocation of some recent techniques by studying quantitative and qualitative/comparative methods of nucleic acid analysis and procedures for determining amino-acid sequences. In the final discussion, we compare the preferential fields for taxonomic application of each technique. We show that (except for quantitative study of DNA) taxonomic efficacy of the evoked techniques is now well established, and that results originating from various of those techniques are generally correlated. To conclude, we insist on the complementary aspect of recent and traditional techniques, we evoke the importance of computer and call on a better account of systematics and herpetology.

Key-words : Systematics, Nucleic acids, Amino acids, Herptiles.

D. Les techniques d'étude des Acides nucléiques

Relativement récentes (moins de vingt ans) et souvent onéreuses, parfois largement utilisées pour d'autres groupes (Oiseaux, Mammifères), les techniques d'étude des acides nucléiques n'ont, à notre connaissance, été encore que très peu employées pour la systématique des Reptiles et/ou Amphibiens. Nous évoquerons quelques unes d'entre elles, en mentionnant les résultats issus de leur application.

1. Analyse cytophotométrique du pourcentage d'ADN nucléaire

Cette méthode d'analyse a été employée entre autres par Morescalchi (1971, 1975, 1977) sur les Amphibiens, par Olmo (1976, 1977) sur les Reptiles, et par De Smet (1981). Ce dernier a étudié 239 espèces de Vertébrés, dont 27 Amphibiens et 178 Reptiles, et considéré un grand nombre de données provenant de la bibliographie.

La méthode utilisée par De Smet, dont nous expliquerons brièvement le principe, est celle décrite par Böhm et Sprenger (1968). Nous devons cependant signaler que les premières déterminations quantitatives de l'ADN ont été réalisées par une méthode proche (dosage avec un spectrophotomètre U.V. = histophotométrie) dès 1948 (Lison, 1960).

La phase initiale consiste en une coloration spécifique de l'ADN des noyaux cellulaires par de la solution de Schiff (réaction de Feulgen), additionnée de produits fluorochromes. Les lames contenant chacune un nombre défini de cellules (20 érythrocytes dans l'étude de De Smet (1981) -ou lymphocytes pour les Mammifères-) sont ensuite examinées sous un microscope à fluorescence. Ce dernier comporte un dispositif lumineux excitateur (lampe au mercure), et, un photomultiplicateur relié à un galvanomètre transforme en valeur chiffrée la quantité de fluorescence émise (proportionnelle à la quantité de colorant fixée par l'ADN nucléaire des cellules). Tous les résultats sont transformés en pourcentages par rapport à une valeur de référence (lymphocytes de Cochon d'Inde *in* De Smet (1981).

Il ressort du travail de De Smet, pour la famille des Lacertidés, en considérant que la quantité d'ADN nucléaire décroisse avec le degré d'avancement dans l'évolution, que "le schéma de Boulenger (1920/21) serait confirmé". Les animaux du genre *Lacerta s. str.* sont ceux qui ont le plus fort contenu en ADN (41 à 60%) ; ils auraient évolué ensuite vers *Zootoca vivipara* (32%), *Gallotia* (35%), et le groupe des *Podarcis* dans lequel *P. muralis* serait le plus ancestral (44%) par rapport aux *P. melisellensis* (37%), *P. sicula campestris* (37%) et *P. hispanica* (34%).

L'auteur fait remarquer que de telles "grandes" différences dans le contenu en ADN entre espèces qui possèdent virtuellement les mêmes caryotypes comme ...les *Lacertidae* [Cf. supra] ...suggèrent une évolution par perte ou gain d'ADN plutôt que par des réarrangements chromosomiques." Sachsse (1980) considère, lui, "les variations interspécifiques chez les Reptiles comme faibles à l'intérieur des familles et également à l'intérieur des ordres"...

Au niveau phylogénique, De Smet distingue -contrairement à Olmo (1976)- deux grandes lignées, les Chéloniens et les Crocodiliens d'une part ; les Squamates de l'autre. Il signale enfin une corrélation significative entre le contenu en ADN et la taille des érythrocytes, les plus grandes se trouvant chez *Sphenodon punctatus*, les Chéloniens et les Crocodiliens (les plus primitifs des Reptiles) alors que "les Lacertidés ...qui doivent avoir maintenu un large potentiel évolutif" présentent les érythrocytes les plus petites (en valeurs moyennes). Saint-Girons et Saint-Girons (1969) avaient avancé prudemment l'hypothèse d'une corrélation possible entre la taille des hématies d'un taxon et son degré d'évolution : "Si l'on considère la grande taille des érythrocytes comme un caractère primitif, les *Lacertidae* et les *Teiidae* représenteraient les Sauriens les plus évolués... Toutefois, la grande variation de taille des érythrocytes que l'on constate chez les *Iguanidae*, les *Agamidae*, les *Scincidae* et peut-être les *Typhlopidae* est difficilement interprétable dans cette optique."

Cette relation entre taux d'ADN et taille cellulaire semble avoir été confirmée chez les Amphibiens. Mac Grégor (1982) (*in* Futuyma, 1986) signale que *Plethodon vehiculum*, avec deux fois plus (36,8 pg) d'ADN que *P. cinereus* (20 pg) atteint la même taille adulte, mais avec la moitié du nombre des cellules. Morescalchi (1977) note cependant : "il n'est pas facile de savoir si les variations en ADN nucléaire sont la cause ou seulement les effets des différences interspécifiques dans les surfaces relatives des cellules." Pedersen (1972) avait trouvé, chez les Poissons, une meilleure corrélation entre le nombre de gènes ribosomiaux et la taille des cellules qu'entre ce dernier facteur et la quantité d'ADN. "Les effets de la «quantité d'ADN» pourraient donc n'être dûs qu'à une très petite fraction de l'ADN total, pour autant que cette fraction varie en proportion de la quantité totale" (Oeldorf *et al.*, 1978). On sait actuellement que, "au moins chez les Vertébrés, la variation de la teneur en ADN, pour un même degré de ploïdie, porte essentiellement sur les ADN répétitifs" (Génermont, 1980).

2. Analyse de restriction par endonucléases

Grossièrement comparable, pour l'étude de l'ADN, à ce qu'est le "Finger printing" (Cf. 2ème partie, Bull. Soc. Herp. Fr., 50) pour l'étude des protéines, cette méthode consiste à couper, en des sites spécifiques, à l'aide d'enzymes -les endonucléases de restriction- des segments d'ADN qui sont ensuite séparés par électrophorèse. On trouvera dans Lansman *et al.* (1981) les détails sur cette technique.

Hillis et Davis (1986) ont appliqué cette méthode, avec 16 endonucléases, sur des segments clonés d'ADN ribosomal (ADNr) ⁽¹⁾ nucléaire à 32 espèces du genre *Rana*. Ils justifient le choix de cette méthode comme suit :

"Comme les génomes nucléaires sont plusieurs fois plus grands que ceux des organites, il n'est pas possible d'analyser la totalité du composant nucléaire par l'analyse des fragments de restriction en une seule fois. Toutefois, les petits fragments génomiques peuvent être employés en utilisant de l'ADN cloné... L'ADNr contient à la fois des zones à évolution lente et des zones à évolution plus rapide (les espaces transcrits et non-transcrits), de sorte que l'on peut y retrouver l'information de plusieurs niveaux de l'histoire évolutive ; ...et, l'ADNr évolue d'une manière concertée, de sorte que l'ADNr d'un seul individu est normalement représentatif de l'espèce..."

Les résultats de ces auteurs semblent apporter des éléments propres à clore de longs débats sur la position de certaines espèces. Citons deux exemples :

* *Rana sylvatica*, espèce des forêts d'Amérique du Nord, rapprochée des *Rana* américaines et néotropicales par Wallace *et al.* (1973), Case (1978) et par Post et Uzzell (1981), doit, sur la base de l'ADNr, être reliée au groupe *R. temporaria* d'Eurasie (comme le pensait déjà, entre autres auteurs, Boulenger en 1920).

* Le groupe *R. temporaria* semblerait devoir être rapproché du groupe *R. boylei*, au sujet duquel la controverse consistait à définir s'il était monophylétique (Case, 1978 ; Post et Uzzell, 1981) ou non (Farris *et al.*, 1980). L'ADNr conforte la première hypothèse.

La conclusion des auteurs est que les données d'ADNr "ne semblent pas

(1) La désignation "ADN ribosomal nucléaire" peut sembler, a priori, contradictoire, les ribosomes libres évoluant dans le cytosol. Il s'agit en fait de fragments d'ADN dont la transcription dans les nucléoles ("organites" intra-nucléaires) va conduire à la formation d'ARNr. Cet ARNr sera ensuite assemblé avec des protéines ribosomiales et d'autres ARN pour former les deux sous-unités du ribosome qui seront expulsées après maturation.

particulièrement informatives à l'intérieur des groupes ...mais permettent la clarification de ...la phylogénie au niveau inter-groupe" (Hillis et Davis, 1986).

Nardi *et al.* (1986) ont utilisé cette méthode sur des ADN ribosomiaux d'*Hydromantes* (actuellement *Speleomantes*) (Amphibiens urodèles, Pléthodontidés). Les résultats mettent en évidence "une affinité plus étroite des *Hydromantes* de l'est de la Sardaigne avec les représentants continentaux du genre qu'avec l'espèce insulaire restante *Hydromantes genei*."

Un exemple d'utilisation de cette méthode sur les ADN mitochondriaux nous est fourni par Brown et Wright (1979), Wright *et al.* (1983), pour déterminer la phylogénie la plus probable entre les différentes espèces de lézards parthénogénétiques du genre *Cnemidophorus*.

Selon Avise *et al.* (1987), l'étude de l'ADN mitochondrial est efficace même pour des comparaisons interpopulationnelles. Cela pourrait donc devenir "le lien entre les généticiens et les systématiciens au sein d'une discipline nouvelle : la phylogéographie intraspécifique" !

3. Hybridisation de l'ADN nucléaire

Récente, très onéreuse, cette technique semble particulièrement appropriée pour donner très rapidement des résultats d'ordre phylogénique sur un groupe d'animaux. Le principe consiste à provoquer la formation de molécules "hybrides", puis à déterminer pour chaque espèce étudiée (si possible) la température de dissociation de ces ADN. Ces derniers se dissocieront à une température plus basse que celle de l'ADN matriciel, d'autant plus que le nombre d'erreurs d'appariement sera grand entre les deux molécules. La différence de température δT_D , proportionnelle au nombre de sites de non-appariement entre les séquences de bases des deux espèces considérées, a pu être reliée aux écarts phylogénétiques.

Sibley et Ahlquist (dans un grand nombre de publications non référencées ici) ont utilisé cette méthode pour étudier la taxinomie de toute la Classe des Oiseaux ! (leur publication de 1983 fournit des précisions méthodologiques). Mizuno et Mac Grégor (1974), Mac Grégor et Mizuno (1976) et Highton et Larson (1979) ont utilisé cette méthode pour comparer les génomes de Salamandridés du genre *Plethodon*. Leurs résultats seront analysés dans la discussion. Hermann *et al.* (1987) et Joger et Arano (1987) ont appliqué cette technique -en corrélation avec une méthode immunologique- à l'étude phylogénétique respective des genres *Vipera* et *Agama*.

4. Séquençage génomique

Pasteur et Pasteur, en 1980, concluaient leur article sur "les critères biochimiques..." en écrivant : "Pour ces problèmes [de systématique], si le présent appartient principalement à l'électrophorèse des protéines, l'avenir appartient à la «nucleic acid research» : non pas hybridation des acides nucléiques ou simple dosage des grandes catégories qui en sont présentes dans la cellule... mais séquençement et synthèse... L'examen des ADNs individuels, dont on ne peut douter qu'il sera réalisable, permettra de distinguer hétérozygotes et homozygotes, ce que seule l'électrophorèse permet de faire aujourd'hui, tout en distinguant simultanément tous les allèles, ce qu'elle ne fait pas."

En 1985, Toulmé signale une publication de Church et Gilbert (1984) qui décrit "une nouvelle technique remarquablement puissante qui permet de

déterminer une séquence dans un ADN cellulaire total". Cette méthode "excessivement sensible" est baptisée "séquençage génomique".

En 1988, Hondt (d') précise : "Le séquençage des acides nucléiques offre une méthodologie privilégiée pour l'accession à la connaissance intime du polymorphisme génétique à fins systématiques. Les apports de cette technique sont encore limités car :

- 1) peu de laboratoires y ont accès...
- 2) elle ne permet encore que l'étude d'une faible partie du génome...
- 3) elle ne peut matériellement être étendue à la multiplicité des cas douteux rencontrés par les systématiciens et les phylogénéticiens...

Cette voie d'approche est riche de perspectives pour l'avenir, mais ne sera sans doute appliquée que de façon restrictive à quelques modèles biologiques". Nous n'avons pas d'exemple à fournir appliqué à l'herpétologie.

E. Le séquençage des acides aminés

Toutes les techniques précédemment évoquées ont en commun d'aborder de la façon qui leur est propre l'étude d'une partie plus ou moins importante du génome des individus d'un échantillon (de population), et de donner des réponses de type "différence ou ressemblance" ou "quantité de différences" entre les individus de l'échantillon ou entre ce dernier et un autre.

Le séquençage des acides aminés pourrait peut-être aboutir à des résultats semblables s'il n'était limité par la lenteur de la technique qui oblige à ne travailler que sur un petit nombre de protéines -judicieusement choisies-, et sur un petit nombre d'individus (voire même un seul) de chaque taxon considéré. De plus, la purification de la (des) protéine(s) exigera souvent, pour des raisons pratiques de quantité minimale nécessaire, de mélanger ("pooler") les extraits de plusieurs individus. En conséquence, cette méthode est obligatoirement destinée à des études aux niveaux "famille et au-dessus, pour lesquels la variation intra-spécifique ne constitue qu'un "bruit" insignifiant..." (Fergusson, 1980). Cette remarque mérite d'être un peu modulée au vu des nombreux travaux (non référencés) de Goodmann -essentiellement-, lequel, seul ou avec des collaborateurs a appliqué cette méthode aux Primates à des niveaux taxinomiques inférieurs (genre, espèce).

Chez les Amphibiens et Reptiles, cette technique a surtout été appliquée à l'étude des constituants des venins : comparaison des séquences d'acides aminés des neurotoxines et de différentes enzymes (phospholipase, endopeptidase, L-amino-oxydase, hyaluronidase, RNase, AMPase, ATPase, etc.).

La première toxine dont la structure a été élucidée est la cobrotoxine du venin de *Naja naja atra* (Cobra de Formose) par Yang *et al.*, en 1969. De nombreuses autres études ont suivi, dont les exposés de synthèse de Zlotkin (1973) et Karlsson (1973) fournissent un aperçu. L'essentiel des travaux semble s'être porté sur les Elapidés et Hydrophiinés. Tamiya (1985) expose les résultats de comparaison des séquences d'acides aminés des neurotoxines et des phospholipases de quelques Elapidés australiens par rapport à d'autres protérogyphes. Les conclusions taxinomiques de cet auteur sont que "les résultats de la chimie, comme ceux de la morphologie, révèlent la complexité de la systématique des Serpents protérogyphes. Les regroupements sont fonction du type de protéine considéré. Toutefois, la classification la plus simple suggérée par ces données trie ces Serpents en cinq groupes : (1) *Laticauda*, (2) les Hydrophiinés, vrais "Serpents de Mer", (3) les Elapidés terrestres australiens,

(4) *Dendroaspis*, (5) les autres Elapidés terrestres africains et asiatiques. Il est éventuellement possible de reconnaître *Bungarus* comme un groupe séparé." On appréciera la congruence de ces conclusions avec celles des travaux de Mao *et al.* (1977) et Mao *et al.* (1978) précédemment évoqués (2ème partie, Bull. S.H.F. 50, Fig.1 et texte).

IV. DISCUSSION

Dans les chapitres précédents, nous avons délibérément considéré chacune des techniques récentes étudiées et ses apports, indépendamment des autres. La chronologie d'apparition de ces techniques peut expliquer pourquoi elles ont parfois été utilisées ainsi, isolément, chacune à leurs débuts, ce qui engendrait le risque, signalé en 1974 par Banarescu, d'une "réactualisation du concept typologique de l'espèce".

Replaçons-nous dans un contexte historique en prenant l'exemple de l'électrophorèse.

Ce sont essentiellement les travaux de Lewontin et Hubby en 1966 qui ont "déclenché un grand nombre d'études du polymorphisme biochimique des populations naturelles" (Boesiger, 1975). Les résultats de ces études ont remis en cause l'hypothèse "classique", selon laquelle l'homozygotie était la règle. L'idée "révolutionnaire" du polymorphisme biochimique une fois admise, encore fallait-il expliquer ce phénomène (cela n'est pas encore fait de façon totalement satisfaisante), ce qui a engendré les débats entre sélectionnistes et neutralistes. Mais il est évident que les progrès considérables dans la connaissance de la structure génétique des populations, dus à cette nouvelle technique, ne pouvaient rester sans incidence sur la taxinomie, provoquant une sorte de "querelle des anciens et des modernes" entre les systématiciens, et aboutissant parfois à des conclusions hâtives et néfastes - "...Même dans les années 1970, la majorité de la littérature électrophorétique n'incluait presque aucune discussion sur l'usage des données d'électrophorèse en systématique [se contentant] de description et identification d'espèces" (Avisé, 1974).

Banarescu (1974) écrivait qu'un "zoologiste utilisant les méthodes morphologiques classiques est souvent capable... même avec un examen superficiel, sans faire tous les comptes et mesures nécessaires... de déterminer l'existence d'intergradation entre des sous-espèces peu dissemblables", ce en quoi il avait probablement raison (Cf. par exemple la justesse des nombreux travaux de Boulenger). Mais, cet auteur ignorait alors les espèces jumelles... Le fait que "des espèce reproductivement isolées puissent avoir des caryotypes identiques... ou ne pas différer sérologiquement...[alors que] de grandes différences dans le nombre et la taille des chromosomes existent entre des sous-espèces conspécifiques" peut expliquer les doutes émis quant à la validité des résultats taxinomiques issus des nouvelles méthodes.

Les processus de génétique moléculaire étant chaque jour mieux connus, il semblerait actuellement absurde de vouloir démontrer une congruence forcée entre les données morphologiques et celles provenant de la cytotoxinomie, de l'étude des phénotypes électrophorétiques, de l'immunologie ou de travaux sur les acides nucléiques. Diverses publications ont "fait un point" sur ce débat (Avisé et Aquadro, 1982 ; Pasteur, 1985 ; Lefort-Buson et Vienne (De), 1985) ; Hillis, 1985 et 1987 entre autres), et, sans considérer celui-ci comme clos, la conviction est

maintenant acquise sur la différence de nature entre ces deux types de données.

Les différences inter-taxons, estimées par les données "génétiques" et moléculaires, semblent plus liées au temps de séparation qu'au degré de changement morphologique, lequel peut évoluer rapidement sous l'effet de fortes pressions sélectives, ce que montrent par exemple les travaux d'Avise et Ayala (1975), Nei (1975) ou Kim *et al.* (1976). En revanche, des lignages morpho-anatomiquement conservateurs comme, par exemple, les Anoures (Cf. les travaux évoqués *supra* dans la partie immunologie) paraissent "en règle générale... avoir expérimenté beaucoup plus de séquences évolutives que les lignées qui ont subi de rapides changements évolutifs dans leur anatomie et leur mode de vie" (King et Wilson, 1975). Mais, comme l'expriment Mickevich et Johnson (1976), "des caractères génétiquement indépendants et très disparates dans leurs taux de divergence peuvent s'avérer parfaitement concordants dans leurs indications de phylogénie".

Hormis la cytotaxinomie, les techniques évoquées précédemment nous fournissent des approximations de quantité de divergence génétique entre des échantillons. Nous avons déjà insisté sur le phénomène fondamental de vitesse d'évolution, laquelle varie selon les organismes et les protéines étudiés, et nous avons essayé de montrer que -au sein d'un groupe d'animaux- chaque technique semblait avoir ses champs d'application taxinomique préférentiels. Les constatations concernant les Amphibiens et Reptiles peuvent se résumer comme suit : la cytotaxinomie ne peut servir que très exceptionnellement à une application systématique au niveau sub-spécifique. Elle peut parfois s'avérer efficace au niveau spécifique, surtout dans les cas de polyploidie ou lors de la détection d'hétérozygotes de structure... L'électrophorèse garde une incomparable utilité systématique du niveau sub-spécifique au niveau génétique (étude des allozymes) et fournit de précieuses indications au-delà (famille par l'étude des isozymes). Les méthodes immunologiques et la MC'F sont essentiellement performantes pour des problèmes taxinomiques spécifiques à familiaux, parfois au-delà. L'étude des acides nucléiques donne des résultats intéressants à partir du niveau spécifique, mais surtout du groupe d'espèces à l'ordre. Le séquençage des acides aminés est surtout rentable à partir du niveau famille, et au-delà.

Dans le cadre des études phylogéniques, la cytotaxinomie ne permet pas l'estimation des temps de divergence. L'électrophorèse fournit des réponses "grossières", alors que l'immunologie semble être la méthode la plus précise pour des périodes plus ou moins longues. L'étude de l'ADN permet d'aller au-delà.

En dépit de leur complexité de mise en oeuvre et des multiples étapes intermédiaires souvent nécessaires avant l'obtention de résultats interprétables, on possède actuellement suffisamment de recul pour juger de l'efficacité taxinomique de la plupart des techniques que nous avons évoquées.

En ce qui concerne les techniques électrophorétiques, plusieurs facteurs modifiants interviennent (nature des supports et des tampons de migration ; nature et nombre des locus présumés interprétés ; méthode d'analyse des données...). Nous avons toutefois montré (2ème partie, Bull. SHF n° 50 : B, §3 et Fig.2) une assez bonne correspondance qualitative des résultats des différents chercheurs (au moins pour les niveaux genre et espèce) malgré quelques discordances quantitatives, principalement liées à l'échantillonnage des locus et à l'interprétation des auteurs. Un survol des exemples de la littérature (en ne considérant que ceux pour lesquels 10 locus au moins ont été utilisés pour le

calcul de "D" de Nei) ne peut que confirmer cette assertion.

Quant à l'immunologie, limitons-nous à la MC'F, et accordons notre confiance aux propos de Post et Uzzell (1981) qui avaient étudié ce problème : "Bien que la procédure suivie soit complexe, elle est répétable, et les corrélations entre laboratoires sont assez élevées. Par exemple, Wyles et Gorman (1980) rapportent une corrélation de $r = 0,97$ entre les données de deux laboratoires pour les antisérums d'albumine d'*Anolis*. Il y a une corrélation de 0,95 entre nos résultats et ceux de Wallace *et al.* (1973)."

A propos des techniques de détermination **quantitative** de l'ADN (Cf. *supra*, D, §1), on est en droit de douter de leur utilité systématique. Si l'on compare les résultats [pour les Mammifères] de De Smet (1981) auxquels nous avons précédemment fait référence, avec ceux de Manfredi Romanini (1985), les chiffres fournis font apparaître des différences de mesure expérimentale importantes : 5,5 <---> 7,1 pg pour *Canis familiaris* ; 4,2 <---> 6,8 pg pour *Mus musculus* ; 6,0 <---> 7,19 pg pour *Cavia porcellus* etc., supérieures aux écarts inter groupes. Manfredi Romanini met en évidence une corrélation taille du génome / nombre de chromosomes -on sait que cela n'est pas le cas chez les Lacertidés (Cf. *supra*) en raison de leur homogénéité chromosomique-, ses données brutes ne pouvant être reliées à aucune des classifications actuellement fiables. Spécialiste de ce type d'étude, Olmo lui-même écrivait en 1984 que "...les résultats obtenus concernant les Reptiles semblent loin d'être concluants et sont inadaptés pour préciser les lignées évolutives d'ADN des différents ordres de cette Classe." Afin de ne pas réaborder cette technique, précisons ici que les résultats qu'elle fournit semblent non concordants avec ceux des autres techniques sur les mêmes animaux. Ainsi, les conclusions phylogénétiques de De Smet (1981) sont-elles fort différentes de celles de Lutz et Mayer (1985), et Highton et Larson (1979) signalent que "si les espèces de *Plethodon* étaient groupées sur la base de leur taille de génome, les résultats entreraient sérieusement en conflit avec les relations suggérées par les données caryologiques, immunologiques et électrophorétiques."

Les autres méthodes d'étude des acides nucléiques sont trop récentes pour que nous disposions de données comparatives.

Plus intéressante est l'étude de la corrélation de résultats obtenus par différentes de ces techniques -entre elles, et avec d'autres plus "classiques"- sur un même groupe d'animaux. Nous prendrons nos exemples parmi des taxons très étudiés.

Ainsi, les résultats obtenus par hybridation de l'ADN nucléaire sur *Plethodon* (Mizuno et Mac Gregor, 1974 ; Mac Gregor et Mizuno, 1976) ont-ils pu être corrélés avec les distances génétiques (par électrophorèse) de Highton (1977) [r variant entre 0,88 et 0,94], et avec les études immunologiques (par MC'F) de Maxson et Maxson (1979) [r variant de 0,91 à 0,96 (Highton et Larson, 1979)]. Sur ce même genre, Tihen et Wake (1981) précisent que les données paléontologiques "concordent avec les résultats de paléogéographie, morphologie et biochimie". Les résultats de distances génétiques (inférieures à 2) comparés à ceux de distances immunologiques (inférieures à 50), pour 35 paires d'espèces, font apparaître une corrélation positive de coefficient $r = 0,86$. Celui-ci tombe à 0,65 si l'on sort des limites fixées, les distances immunologiques continuant de croître alors que les distances de Nei "plafonnent" (Cf. Maxson et Maxson, 1979).

Toutes ces données sont en parfait accord avec celles de Maxson et Wilson qui avaient établi, dès 1974, des corrélations de $r = 0,9$ entre les valeurs d'hybridation d'ADN et celles de distances immunologiques (6° de $\delta t = 30$ unités

de ID), et de $r = 0,8$ entre les valeurs de ID et celles de D_{Nei} . Les concordances hautement significatives entre résultats de distances obtenus par électrophorèse et par immunologie (principalement par MC'F) ont été démontrées maintes fois par ailleurs (Case *et al.*, 1975 ; King et Wilson, 1975 ; Kim *et al.*, 1976 ; Sarich, 1977 ; Maxson et Maxson, 1979 ; Wyles et Gorman, 1980 ; Post et Uzzell, 1981...).

Nei lui-même, en 1976, indiquait que l'arbre phylogénétique des *Anolis* du groupe *roquet* construit à partir de son indice D par Yang *et al.* (1974) "était fort cohérent avec les données géologiques de la formation des Antilles, où vivent ces lézards", et que Gorman G.C. l'avait "informé que cet arbre était pratiquement le même que celui obtenu par Sarich et Wilson (1967) avec des données de distances immunologiques".

Toujours à propos d'*Anolis*, Gorman *et al.* (1980) ont élaboré un cladogramme (sur la base de données immunologiques) pour lequel ils trouvent "une concordance avec les interprétations des états primitifs ou dérivés des caractères ostéologiques et avec la direction apparente des changements dans le caryotype".

Nous aurions pu également citer la concordance entre les résultats caryologiques et d'étude de l'ADN par restriction enzymatique de Nardi *et al.* (1986), avec ceux des études électrophorétiques et morphologiques de Lanza *et al.* (1982, 1986) sur les *Hydromantes (=Speleomantes)* sardes ; l'étroite corrélation observée par Holmes *et al.* (1975) entre les caryotypes et les phénotypes isozymiques d'une lactate-déshydrogénase (LDH-B) entre les différents sous-genres du genre *Varanus...* ou l'exemple remarquable de l'étroite coïncidence entre les clines enzymologiques, morphologiques et d'ADN mitochondrial démontrée par Szymura et Barton (1986) sur deux espèces de Batraciens du genre *Bombina*. Nous rappellerons les concordances hautement significatives observables entre les résultats obtenus par Mao *et al.* (1977) et Mao *et al.* (1978), respectivement par MC'F et par Fingerprint et par Tamiya (1985) par séquençage des amino-acides sur différents genres de Serpents marins (*Hydrophis, Pelamis, Aipysurus, Laticauda...*). Pour finir, nous évoquerons une intéressante "synthèse" en plusieurs articles sur la phylogénie des Elapidés australiens (pp.143 à 265 *in* Grigg *et al.*, 1985) : Schwaner *et al.* (Chromosomes, Isozymes et Immunologie) ; Mengden (Chromosomes, Electrophorèse et Morphologie) ; Tamiya (Séquençage des acides aminés) ; Wallach (Anatomie interne) et Shine (Ecologie -Cf. *infra*-).

Les contre-exemples existent également. Ainsi Lanza *et al.* (1976) avaient-ils déclaré "...Nous pouvons assurer que les différences observées dans les % [de distances immunologiques] entre *Discoglossus pictus* de Sicile et *D. pictus* du Portugal correspondent à un niveau intra-spécifique (populationnel ou racial)". Or, en 1985, Capula *et al.*, à l'aide de données biométriques et de l'étude de 35 locus enzymatiques, ont fait des *Discoglossus* du Portugal une nouvelle espèce : *D. galganoi* !

Benyamin et Guillaume (1981, non publié), ayant refait par une méthode de micro-fixation du complément les études de Lanza *et al.* (1977) sur *Podarcis muralis* et *P. tiliguerta* ont obtenu des résultats comparables : aucune différence entre les deux espèces... mais, peu après, Nascetti *et al.* (1981), Mayer et Tiedemann (1982) et Guillaume et Lanza (1982) se sont toutefois accordés, au vu des résultats électrophorétiques, sur la réalité de la distinction entre les deux espèces.

Lutz et Mayer (1985) signalent dans leur publication l'existence de quelques contradictions entre certaines données électrophorétiques (non publiées) et leurs résultats de MC'F quant à la position relative d'un *Podarcis*.

Nous noterons ici que les difficultés d'interprétation taxinomique des

résultats provenant des méthodes que nous avons évoquées sont surtout patentes lorsque l'on étudie des taxons allopatriques. Par ailleurs, même avec des résultats cohérents, **une décision d'ordre taxinomique sera toujours liée au choix de l'expérimentateur et aux définitions en vigueur**. Ainsi, dans l'exemple du statut générique ou sous-générique des *Archaeolacerta* et *Podarcis*, ni l'électrophorèse [Mayer et Tiedemann (1982) ; Guillaume et Lanza (1982)], ni la technique de MC'F (Lutz et Mayer (1985) ne peuvent permettre de conclure. Seule, l'application du concept de genre selon Dubois (1982a et b, 1983, 1985) en fonction des données d'hybridation actuellement connues, la reconnaissance *de facto* des genres *Podarcis* (déjà divisé par Richter (1979) en deux sous-genres) et *Gallotia*, peuvent-ils permettre de pencher en faveur du statut générique proposé par Guillaume et Lanza (1982) et Guillaume (1987).

V. CONCLUSION

En conclusion, il nous semble utile d'insister sur l'aspect complémentaire des "nouvelles techniques" -que nous avons "survolées"- avec les techniques "traditionnelles". On ne doit certes pas s'attendre à une corrélation absolue entre les résultats d'ordre morphologique et ceux d'ordre biochimique/génétique ⁽¹⁾ (ce qui rendrait d'ailleurs ces derniers inutiles). Les premiers, s'adressant au phénotype (expression ultime de l'interaction génotype-environnement) ont permis à nos prédécesseurs d'établir le plus souvent une classification systématique cohérente. Les seconds contribuent à résoudre des "cas douteux" (problèmes d'hybridation par exemple), affinent la systématique en révélant une diversité insoupçonnée au sein de certains taxons (cas des espèces jumelles -pour lesquelles, souvent, on trouve *a posteriori* des critères morphologiques diagnostiques- ; cas des populations ovipares de *Zootoca vivipara* (Bea *et al.*, 1989) et, surtout, nous aident à mieux comprendre l'histoire des peuplements considérés (ex. : "bottle-neck" Cf. Dean, 1984) et la phylogénie.

Il est sûr que d'autres disciplines, parfois négligées, comme l'Ecologie ou l'Ethologie pourront grandement aider à l'élaboration d'une taxinomie aussi proche que possible de la réalité de la Nature. En 1973, déjà, Vuilleumier écrivait : "Il ne fait aucun doute qu'une meilleure compréhension des phénomènes biologiques... doit intégrer les approches génétique et écologique dans leur étude." Un exemple est fourni par le travail de Shine (1985), lequel a essayé de bâtir une phylogénie des Elapidés australiens à partir de données "écologiques". D'autres techniques récentes, telle par exemple la squelettochronologie (Cf. les travaux de Castanet), efficace chez les Reptiles et Amphibiens, apporteront leur "pierre à l'édifice taxinomique".

(1) Frelin et Vuilleumier (1979) distinguaient la systématique "traditionnelle" regroupant les systématiques structurelles (anatomie, morphologie...) et biochimique (chemotaxinomie) de la systématique "génétique". Nous considérons ici que les résultats interprétés en terme de génétique proviennent de méthodes biochimiques. La contradiction n'est qu'apparente et peut être mieux comprise en relation avec une définition de Florin (1966) : "A l'échelle moléculaire ici adoptée, l'homologie [considérée comme une origine commune résultant de la transmission de séquences... à partir d'un ancêtre commun] n'est donc pas un concept chimique, mais est un concept génétique, en quoi elle diffère de la signification donnée au terme d'homologie par les enzymologues qui s'en servent pour signifier une similitude d'action."

Un aspect essentiel des techniques "récentes" n'a été qu'évoqué dans notre exposé : l'apport de l'informatique et le développement parallèle de nouvelles méthodes statistiques dont certaines, multifactorielles, autorisent des approches de plus en plus synthétiques. Les facilités procurées par l'informatisation ont surtout des effets visibles au niveau de l'interprétation des résultats, en évitant de fastidieux calculs ou en autorisant des tests variés [ainsi, pour l'électrophorèse, Buth (1984) et Vienne (de) et Damerval (1985) recommandent-ils de faire des publications dans lesquelles plusieurs types de codage des données allozymiques (quantitatif/qualitatif) et/ou d'indices (à partir des fréquences alléliques : Nei, D^2 de Mahalanobis...- à partir des fréquences génotypiques : indice d'Hedrick...) et/ou de construction des dendrogrammes seront fournis]. Mais les conséquences conceptuelles (un exemple : les simulations par ordinateur... Chesser et Baker, 1986 ; Sites *et al.*, 1988) et pratiques (banques de données...) sont de jour en jour plus importantes en taxinomie et phylogénie.

Considérant que "la Systématique moderne", conçue comme une science "de synthèse des connaissances les plus variées sur les organismes... lieu de convergence de disciplines différentes..." est, en France, sous-estimée, Hondt (d') (1988) suggère un effort de publicité auprès des différentes associations scientifiques. Nous relayons ici son appel avec d'autant plus de conviction que l'herpétologie semble, elle aussi, sous-estimée auprès de certaines instances. Cependant, en dépit des inévitables commissions de notre exposé, force est de constater qu'il reste du travail à accomplir : "de nombreux auteurs ont souligné le manque de données existantes en cytotaxinomie" (1ère partie, Bull. S.H.F. n° 49), bien des comparaisons restent à faire en électrophorèse et immunologie pour affiner la taxinomie de certains groupes, fort peu de travaux (surtout en Europe...) ont été appuyés sur l'étude des acides nucléiques...

La Systématique doit progresser. Elle ne constitue plus une fin en soi, mais un des éléments d'une Science que nous qualifierions de réellement "Superscientifique" (Cf. Introduction, 1ère partie, Bull. SHF n° 49) : la Biogéographie évolutive qui "abat les cloisons entre disciplines naguère séparées les unes des autres et recoupe largement d'autres disciplines comme l'écologie, la systématique, la paléontologie, la géologie et la génétique" (Blondel, 1986).

Nous laisserons le mot de la fin à un "grand" systématicien :

"Dès lors qu'on accepte de hiérarchiser les problèmes par référence à cet objectif commun qu'est la compréhension de la diversité du monde, il n'existe plus ni barrière, ni hiérarchie entre les disciplines. Cette heureuse tendance à la complémentarité des disciplines est l'un des développements les plus frappants de la Science moderne". E. MAYR (1983)

Remerciements — Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé pour la rédaction de cet article. Je tiens à mentionner plus particulièrement M. Gilbert Matz qui l'a initié ; MM. François Catzeflis, Vitaly Volobouev, Roland Vernet et Marc Cheylan pour le temps qu'ils ont consacré à des relectures critiques, et pour les indications bibliographiques et la documentation qu'ils m'ont fourni ; MM. les Professeurs Hubert Saint-Girons et Benedetto Lanza ainsi que les deux référés anonymes pour leurs remarques constructives.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références précédées d'un (*) ont été citées dans l'une ou l'autre des deux premières parties de cet article (Bull. Soc. herp. Fr., 49 : 13-28 et 50 : 19-42).

- (*) AVISE, J.C. (1974) — Systematic value of electrophoretic data. *Syst. Zool.*, 23 : 465-481.
- AVISE, J.C. et AQUADRO, C.F. (1982) — A comparative summary of genic distances in the Vertebrates. *Evol. Biol.*, 15 : 151-185.
- AVISE, J.C. et AYALA, J.F. (1975) — Genetic change and rates of cladogenesis. *Genetics*, 81 : 757-773.
- AVISE, J.C., ARNOLD, J., BALL, R.M., BIRMINGHAM, E., LAMB, T., NEIGEL, J.E., REEB, C.A. et SAUNDERS, N.C. (1987) — Intraspecific phylogeography : the mitochondrial DNA, bridge between population genetics and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18 : 489-522.
- (*) BANARESCU, P. (1974) — The typological species concept and modern methods in taxonomy. *Z. f. zool. Evol. Forsch.*, 12 : 295-299.
- BEA, A., GUILLAUME, C.P., ARRAYAGO, M.J., HEULIN, B. et PASTEUR, G. (1989) — Phénotypes enzymatiques du Lézard vivipare (*Lacerta (Zootoca) vivipara* Jacq.) : premières données comparatives entre populations ovipares et vivipares. *C.R. Acad. Sci. Paris*, accepté pour publication.
- BLONDEL, J. (1986) — Biogéographie évolutive. Coll. Ecologie 20. Masson (éd.) Paris. 221 p.
- BOESIGER, E. (1975) — Modalités des polymorphismes biochimiques et causes de leur maintien. In : Détection électrophorétique des polymorphismes biochimiques chez les Mammifères. C.N.R.S. (éd.) pp.121-130. Paris. 130 p.
- BÖHM, N. et SPRENGER, E. (1968) — Fluorescence cytophotometry : a valuable method for the quantitative determination of nuclear Feulgen-DNA. *Histochemie*, 16 : 100-118.
- BOULENGER, G.A. (1920) — A monograph of the american Frogs of the genus *Rana*. *Proc. Amer. Acad. Arts Sci.*, 55 : 413-480.
- BOULENGER, G.A. (1920-1921) — Monograph of the *Lacertidae*. London Brit. Mus. Nat. Hist. (éd.). Vol.I, 352 p. et Vol.II, 451 p.
- BROWN, W.M. et WRIGHT, J.W. (1979) — Mitochondrial DNA analyses and the origine and relative age of parthenogenetic lizards (genus *Cnemidophorus*). *Science*, 203 : 1247-1249.
- (*) BUTH, D.G. (1984) — The application of electrophoretic data in systematic studies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 15 : 501-522.
- (*) CAPULA, M., NASCETTI, G., LANZA, B., BULLINI, L. et CRESPO, E.G. (1985) — Morphological and genetic differentiation between the iberian and the other west mediterranean *Discoglossus* species (*Amphibia, Salienta, Discoglossidae*). *Monit. zool. ital.* (N.S.), 19 : 69-90.
- CASE, S.M. (1978) — Biochemical Systematics of members of the genus *Rana* native to western North America. *Syst. Zool.*, 27 : 299-311.
- CASE, S.M., HANELINE, P.G. et SMITH, M.F. (1975) — Protein variation in several species of *Hyla*. *Syst. Zool.*, 24 : 281-295.

- fCHESSER, R.K, et BAKER, R.J. (1986) — On factors affecting the fixation of chromosomal rearrangements and neutral genes : computer simulation. *Evolution*, 40 : 625-632.
- CHURCH, G.M. et GILBERT, W. (1984) — Genomic sequencing. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 81 : 1991-1995.
- DEAN, R.H. (1984) — Karyotypic, Genic and Morphological variation in the lizard *Sceloporus olivaceus*. Ph.D. Texas A & M Univ. 157 p.
- DE SMET, W.H.O. (1981) — The nuclear feulgen DNA content of the Vertebrates (especially Reptiles), as measured by fluorescence cytophotometry, with notes on the cell and chromosome size. *Acta Zool. Pathol. Antverp.*, 76 : 119-167.
- (*) DUBOIS, A. (1982a) — Quelques réflexions sur la notion de genre en Zoologie. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 106 : 503-513.
- (*) DUBOIS, A. (1982b) — Les notions de genre, sous-genre, et groupes d'espèces en Zoologie, à la lumière de la systématique évolutive. *Monit. zool. ital. (N.S.)*, 16 : 9-65.
- (*) DUBOIS, A. (1983) — Hybridation interspécifique, similarité génétique, parenté phylogénétique et classification supraspécifique en Zoologie. *Année biol.*, 4, 22 : 37-68.
- (*) DUBOIS, A. (1985) — Le Genre en Zoologie : essai de systématique théorique. Thèse Doct. Etat, Univ. Montpellier. 167 p.
- FARRIS, J.S., KLUGE, A.G. et MICKEVICH, M.F. (1980) — Paraphyly of the *Rana boylii* group. *Syst. Zool.*, 28 : 627-634.
- (*) FERGUSON, A. (1980) — Biochemical Systematics and Evolution. Blackie (éd.). Glasgow et London. 194 p.
- FLORKIN, M. (1966) — Aspects moléculaires de l'adaptation et de la phylogénie. Collection "Les grands problèmes de la biologie", Masson et Cie (éd.). Paris. 260 p.
- FRELIN, C. et VUILLEUMIER, F. (1979) — Biochemical methods and reasoning in systematics. *Z. Zool. Syst. u. Evol.-Forsch.*, 17 : 1-10.
- FUTUYMA, D.J. (1986) — Evolutionary biology. 2ème éd. Sinauer assoc., Sunderland, Mass. (U.S.A.). 600 p.
- GENERMONT, J. (1980) — Les critères caryologiques de l'espèce. In : Les problèmes de l'espèce dans le règne animal. III. Bocquet, Ch., Genermont, J., et Lamotte, M. (éds.). pp.199-237. *Mem. Soc. zool. Fr.*, 40. 452 p.
- GORMAN, G.C., BUTH, D.G. et WYLES, J.S. (1980) — *Anolis* lizards of the eastern caribbean : a case study in evolution. III. A cladistic analysis of albumin immunological data, and the definition of species group. *Syst. Zool.*, 29, 2 : 143-158.
- GRIGG, G., SHINE, R. et EHMANN, H. (1985) — Biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty & Sons et Royal Zool. Soc. New South Wales éd., Chipping Norton. 527 p.
- (*) GUILLAUME, Cl.P. (1987) — Les petits Lacertidés du bassin méditerranéen occidental (*Genera Podarcis* et *Archaeolacerta* essentiellement). Sur quelques problèmes d'ordre systématique et biogéographique. Thèse d'Etat, U.S.T.L., Montpellier, 474 p.
- (*) GUILLAUME, Cl.P. et LANZA, B. (1982) — Comparaison électrophorétique de quelques espèces de Lacertidés méditerranéens, *Genera Podarcis* et "*Archaeolacerta*". *Amphib. Rept.*, 4 : 361-375.

- HERMANN, H.W., JOGER, U., NILSON, G. et SIBLEY, Ch. (1987) — First step towards a biochemical based reconstruction of the phylogeny of the genus *Vipera*. In : Proc. Fourth. Ord. Gen. Meet. S.E.H., Gelder (Van), J.J., Strijbosch, H. et Gergers, P.J.M. (éds.). pp.195-200. Nijmegen. 473 p.
- HIGHTON, R. (1977) — Comparison of microgeographic variation in morphological and electrophoretic traits. *Evol. Biol.*, 10 : 397-436.
- (*) HIGHTON, R. et LARSON, A. (1979) — The genetic relationship of the Salamanders of the genus *Plethodon*. *Syst. Zool.*, 28 : 579-599.
- HILLIS, D.M. (1985) — Evolutionary genetics of the andean Lizard genus *Pholidobolus* (*Sauria* ; *Gymnothalmidae*) : phylogeny, biogeography and a comparison of tree construction techniques. *Syst. Zool.*, 34 : 109-126.
- HILLIS, D.M. (1987) — Molecular versus morphological approaches to systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18 : 23-42.
- HILLIS, D.M. et DAVIS, S.K. (1986) — Evolution of ribosomal DNA : fifty million years of recorded history in the frogs genus *Rana*. *Evolution*, 40, 6 : 1275-1288.
- HOLMES, R.S., KING, M. et KING, D. (1975) — Phenetic relationships among varanid Lizards based upon comparative electrophoretic data and karyotypic analyses. *Biochem. Syst. Ecol.*, 3 : 257-262.
- HONDT (d'), J.L. (1988) — Rapport de la Commission Electrophorèse et Taxinomie. Société française d'électrophorèse, Paris. 31 p.
- JOGER, U. et ARANO, B. (1987) — Biochemical phylogeny of the *Agama* genus group. In : Proc. Fourth. ord. Gen. Meet. S.E.H., Nijmegen. Gelder (Van), J.J., Strijbosch, H. et Bergers, P.J.M. (éds.). pp.215-218. Nijmegen. 473 p.
- KARLSSON, E. (1973) — Chemistry of some potent animal toxins. *Experientia*, 29, 11 : 1319-1327.
- KIM, Y.J., GORMAN, G.C., PAPPENFUSS, Th. et ROYCHOUDHURY, A.K. (1976) — Genetic relationship and genetic variation in the Amphisbaenians genus *Bipes*. *Copeia*, 1 : 120-124.
- KING, M. et WILSON, A.C. (1975) — Evolution at two levels in Humans and Chimpanzees. *Science*, 188(4184) : 107-116.
- LANSMAN, R.A., SHADE, R.O., SHAPIRA, J.F. et AVISE, J.C. (1981) — The use of restriction endonuclease to measure mitochondrial DNA sequence relatedness in natural populations. III. Techniques and potential applications. *J. Mol. Evol.*, 17 : 214-226.
- LANZA, B., CEI, J.M. et CRESPO, E.G. (1976) — Further immunological evidence for the validity of the family *Bombinidae* (*Amphibia*, *Salienta*). *Monit. zool. ital. (N.S.)*, 10 : 311-314.
- (*) LANZA, B., CEI, J.M. et CRESPO, E.G. (1977) — Immunological investigations on the taxonomic status of some mediterranean lizards (*Reptilia*, *Lacertidae*). *Monit. zool. ital. (N.S.)*, 11 : 211-221.
- (*) LANZA, B., NASCETTI, G. et BULLINI, L. (1982) — Tassonomia biochimica del genere *Hydromantes* (*Amphibia*, *Plethodontidae*). *Boll. Zool.*, 49 (suppl.) : 103.
- (*) LANZA, B., NASCETTI, G. et BULLINI, L. (1986) — A new species of *Hydromantes* from eastern Sardinia and its genetic relationships with the other Sardinian plethodontids (*Amphibian*, *Urodela*). *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, 4, 1 : 261-289.

- LEFORT-BUSON, M. et VIENNE (De), D. (1985) — Les distances génétiques - estimations et applications. INRA, Paris. 181 p.
- LEWONTIN, R.C. et HUBBY, J.L. (1966) — A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 54 : 595-609.
- LISON, L. (1960) — Histochimie et Cytochimie animales. Principes et méthodes. Gauthier-Villars (éd.). Paris. 397 p.
- (*) LUTZ, D. et MAYER, W. (1985) — Albumin Evolution and its Phylogenetic and Taxonomic Implications in several Lacertid Lizards. *Amph. Rept.*, 6 : 53-61.
- Mac GREGOR, H.C. (1982) — Big chromosomes and speciation amongst Amphibia. In : Genome Evolution. Dover, G.A. et Flavell, R.B. (éds.). pp.325-341. Academic Press, New-York.
- Mac GREGOR, H.C. et MIZUMO, S. (1976) — *In situ* Hybridization of "Nick Translated" ³H-Ribosomal DNA to chromosomes from Salamanders. *Chromosoma* (Berl.), 54 : 15-25.
- MANFREDI ROMANINI, M.G. (1985) — The nuclear content of DNA and some problems of Mammalian phylogenesis. *Mammalia*, 49, 3 : 369-385.
- (*) MAO, S.H., CHEN, B.Y. et CHANG, H.M. (1977) — The evolutionary relationships of sea-snakes suggested by immunological cross reactivity of transferrins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 57 A : 403-406.
- (*) MAO, S.H., DESSAUER, H.C. et CHEN, B.Y. (1978) — Fingerprint correspondance of Hemoglobins and relationships of sea-snakes. *Comp. Biochem. Physiol.*, 59 B : 353-361.
- (*) MAXSON, L.R. et MAXSON, A.C. (1974) — Convergent morphological evolution detected by studying proteins of tree frogs in the *Hyla eximia* species groups. *Science*, 185 : 66-68.
- (*) MAXSON, L.R. et MAXSON, R.D. (1979) — Comparative albumin and biochemical evolution in plethodontid salamanders. *Evolution*, 33, 4 : 1057-1062.
- MAXSON, L.R., HIGHTON, R. et WAKE, D.B. (1979) — Albumin Evolution and its Phylogenetic Implications in the *Plethodontidae* Salamander Genera *Plethodon* and *Ensatina*. *Copeia*, 3 : 502-508.
- (*) MAYER, W. et TIEDEMANN, F. (1982) — Chemotaxonomical investigation in the collective genus *Lacerta* (*Lacertidae*, *Sauria*) by means of protein electrophoresis. *Amphib. Rept.*, 2, 4 : 349-355.
- MAYR, E. (1983) — Introduction. In : Perspective in Ornithologie. Brush et Clarks (éds.). pp.1-21. Cambridge Univ. Press., Cambridge.
- MENGDEN, G.A. (1985a) — Australian Elapid phylogeny : a summary of the chromosomal and electrophoretic data. In : The biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.) pp.185-192. Chipping Norton. 527 p.
- MENGDEN, G.A. (1985b) — A chromosomal and electrophoretic analysis of the genus *Pseudonaja*. In : The biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.). pp.193-208. Chipping Norton. 527 p.

- (*) MICKEVICH, M.F. et JOHNSON, M.S. (1976) — Congruence between morphological and allozyme data in evolutionary inference and character evolution. *Syst. Zool.*, 25, 3 : 260-270.
- MIZUNO, S. et Mac GREGOR, H.C. (1974) — Chromosomes, DNA sequences and evolution in Salamanders of the genus *Plethodon*. *Chromosoma*, 48 : 239-296.
- MORESCALCHI, A. (1971) — Comparative Karyology of the Amphibia. *Boll. Zool.*, 38, 3 : 317-320.
- MORESCALCHI, A. (1975) — Chromosome evolution in the *Caudata Amphibia*. *Evol. Biol.*, 8 : 339-388.
- MORESCALCHI, A. (1977) — Adaptation and karyotype in *Amphibia*. *Boll. Zool.*, 44 : 287-294.
- NARDI, I., ANDRONICO, F., LUCCHINI (De), S. et BATISTONI, R. (1986) — Cytogenetics of the European plethodontid salamanders of the genus *Hydromantes* (*Amphibia, Urodela*). *Chromosoma*, 94, 5 : 377-388.
- (*) NASCETTI, G., CAPULA, M., CAPANNA, E. et BULLINI, L. (1981) — Differenziamento genetico nel genere *Podarcis* (*Reptilia, Lacertidae*). *Boll. Zool.*, 48 (suppl.) : 80.
- (*) NEI, M. (1975) — Molecular population Genetics and Evolution. North Holland Publ. C°, Amsterdam. 288 p.
- (*) NEI, M. (1976) — Mathematical Models of Speciation and Genetic Distance. In : Population Genetics and Ecology. Karlin, S. et Nevo, E. (éds.). pp.723-765. Academic Press, New-York, San Francisco, London. 832 p.
- OELDORF, F.E., NISHIOKA, M. et BACHMANN, K. (1978) — Nuclear DNA amounts and developmental rate in holarctic *anura*. *Z. zool. Syst. Evol.-forsch.*, 16 : 216-224.
- OLMO, E. (1976) — Genome size in some Reptiles. *J. Exp. Zool.*, 195 : 305-310.
- OLMO, E. (1977) — Base composition of DNA from some Reptiles. *J. Exp. Zool.*, 199 : 143-148.
- OLMO, E. (1984) — Genomic composition of Reptiles evolutionary perspectives. *J. of Herpet.*, 18, 1 : 20-32.
- (*) PASTEUR, G. (1985) — Les paramètres statistiques communément utilisés dans l'exploitation des résultats de l'électrophorèse des protéines, et leur avenir en Systématique. In : Electrophorèse et Taxonomie. Goyffon M. et Hondt (d') J.L. (éds.). pp.141-180. *Mem. Soc. zool. Fr.*, 42, 314 p.
- (*) PASTEUR, G. et PASTEUR, N. (1980) — Les critères biochimiques et l'espèce animale. In : Les Problèmes de l'espèce dans le règne animal. III. Bocquet, Ch., Générumont, J. et Lamotte, M. (éds.). pp.99-150. *Mem. Soc. zool. Fr.*, 40. 452 p.
- PEDERSEN, R.A. (1972) — DNA content, ribosomal gene multiplicity and cell size in fish. *J. Exp. Zool.*, 177 : 65-78.
- POST, T.J. et UZZELL, Th. (1981) — The relationships of *Rana sylvatica* and the monophyly of the *Rana boylei* group. *Syst. Zool.*, 30, 2 : 170-180.
- (*) RICHTER, K. (1979) — *Lacerta dugesii* Milne Edwards, 1829 und *Lacerta perspicillata* Duméril und Bibron, 1839 gehören zur Gattung *Podarcis* Wagler, sub-genus *Teira* Gray, 1838 (*Reptilia, Lacertidae*). *Zool. Abh. Mus. Tierk. Dresden*, 36, 1 : 1-9.

- SACHSSE, W. (1980) — Karyologische Entwicklung in der Klasse Reptilia. *Wirbeltier zytoqer. etlk. Schweiz Nat. Forsch. Ges.*, 3 : 31-38.
- SAINT-GIRONS, M.C. et SAINT-GIRONS, H. (1969) — Contribution à la morphologie comparée des erythrocytes chez les Reptiles. *Brit. J. Herpet.*, 4, (4) : 67-82.
- (*) SARICH, V.M. (1977) — Rates, sample sizes and the neutrality hypothesis for Electrophoresis in Evolution studies. *Nature*, 265 : 24-28.
- (*) SARICH, V.M. et WILSON, A.C. (1967) — Immunological time scale for hominid evolution. *Science*, 158 : 1200-1203.
- SCHWANER, T.D., BAVERSTOCK, P.R., DESSAUER, H.C. et MENGDEN, G.A. (1985) — Immunological evidence for the relationships of Australian Elapid Snakes. *In* : The Biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.). pp.177-184. Chipping Norton. 527 p.
- SHINE, R. (1985) — Ecological evidence on the phylogeny of Australian Elapid Snakes. *In* : The Biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.). pp.255-261. Chipping Norton. 527 p.
- SIBLEY, C.G. et AHLQUIST, J.E. (1983) — Phylogeny and classification of birds based on the data of DNA-DNA hybridization. *Current Ornithol.*, 1 : 245-292.
- SITES, J.W. Jr., CHESSER, R.K. et BAKER, R.J. (1988) — Population genetic structure and the fixation of chromosomal rearrangements in *Sceloporus grammicus* (Sauria, Iguanidae) : a computer simulation study. *Copeia*, 4 : 1043-1053.
- (*) SZYMURA, J.M. et BARTON, N.H. (1986) — Genetic analysis of a hybrid zone between the fire-bellied toads *Bombina bombina* and *B. variegata* near Cracow in Southern Poland. *Evolution*, 40, 6 : 1141-1159.
- TAMIYA, N. (1985) — A comparison of amino-acid sequences of neurotoxins and of phospholipases of some Australian elapid Snakes with those of other proteroglyphous snakes. *In* : The Biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.). pp.209-220. Chipping Norton. 527 p.
- TIHEN, J.A. et WAKE, D.B. (1981) — Vertebrae of Plethodontid Salamanders from the lower Miocene of Montana. *J. of Herpet.*, 15, 1 : 35-40.
- TOULME, J. (1985) — Electrophorèse des Acides Nucléiques. Application en Taxonomie. *In* : Electrophorèse et Taxonomie. Goyffon M. et Hondt (d') J.L. (éds.). pp : 105-140. *Mem. Soc. zool. Fr.*, 42. 314 p.
- VIENNE (De), D. et DAMERVAL, G. (1985) — Mesures de la divergence génétique. *In* : Les distances génétiques - estimations et applications. Lefort-Buson, M. et Vienne (De), D. (éds.). pp.39-57. INRA, Paris. 181 p.
- VUILLEUMIER, F. (1973) — Rapports entre l'écologie et la génétique des populations. *La Terre et la Vie*, 2 : 179-231.
- WALLACE, D.G., KING, M.C. et WILSON, A.C. (1973) — Albumin differences among ranid frogs : Taxonomic and phylogenetic implications. *Syst. Zool.*, 22 : 1-13.
- WALLACH, V. (1985) — A cladistic analysis of the terrestrial Australian *Elapidae*. *In* : The Biology of Australian Frogs and Reptiles. Surrey Beatty et Sons (éds.). pp.223-254. Chipping Norton, 527 p.

- WRIGHT, J.W., SPOLSKY, Ch. et BROWN, W.M. (1983) — The origin of the parthenogenetic lizard *Cnemidophorus laredoensis* inferred from mitochondrial DNA Analysis. *Herpetologica*, 39, 4 : 410-416.
- WYLES, J.S. et GORMAN, G.C. (1980) — The albumin immunological and Nei electrophoretic distance correlation : a calibration for the saurian genus *Anolis* (*Iguanidae*). *Copeia*, 1980 : 66-71.
- YANG, C.C., YANG, H.J. et HUANG, J.S. (1969) — The amino acid sequence of cobrotoxin. *Biochem. Biophys. Acta*, 188 : 65-77.
- (*) YANG, S.Y., SOULE, M. et GORMANN, G.C. (1974) — *Anolis* lizards of the eastern Caribbean : A case study in evolution. I. Genetic relationships, phylogeny and colonization sequence of the *roquet*-group. *Syst. Zool.*, 23 : 387-399.
- ZLOTKIN, E. (1973) — Chemistry of animal venoms. *Experientia*, 29, 12 : 1453-1466.

CI.P. GUILLAUME
Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de Biogéographie et d'Ecologie des Vertébrés
Université de Montpellier II - Case postale 100
Place Eugène Bataillon
34060 MONTPELLIER Cedex 1 (France)

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR L'HERPÉTOFAUNE MAROCAINE

par

Remi DESTRE, Philippe ROUX, Philippe GENIEZ, Michel THEVENOT
et Jacques BONS

Résumé — Les auteurs rapportent l'observation récente d'un certain nombre d'espèces d'Amphibiens et de Reptiles du Maroc dans des localités qui en accroissent significativement les aires de répartition. Ces répartitions sont discutées dans la cadre de l'originalité du peuplement de la haute montagne marocaine et des rapports entre les herpétofaunes méditerranéenne et saharienne.

Mots-clés : Amphibiens, Reptiles, biogéographie, Maroc.

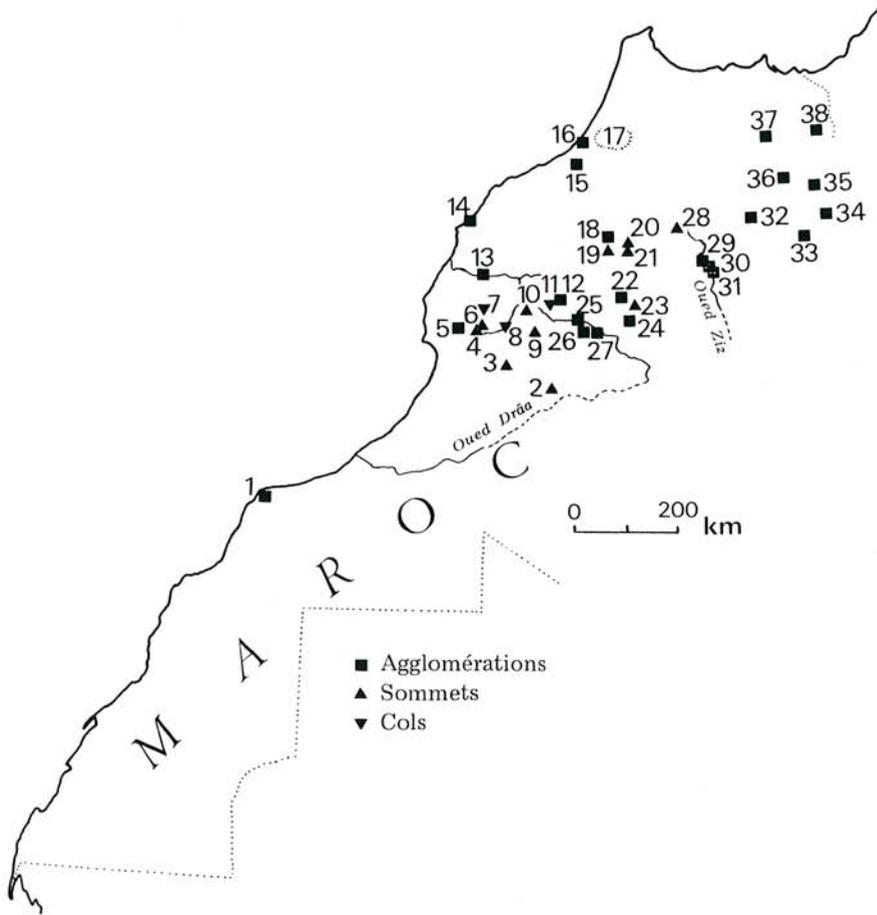
Summary — The authors give an account of recent observations which noticeably increase the distribution areas of some species of Moroccan Herptiles. The originality of the Moroccan high mountain population is pointed out and the relations between Mediterranean and Saharian herpetofauna discussed.

Key-words : Herptiles, biogeography, Morocco.

I. INTRODUCTION

Depuis quelques années, les publications concernant la biogéographie des Amphibiens et Reptiles du Maroc sont rares (Bons, 1967). Pourtant les prospections se sont poursuivies, essentiellement dans les régions montagneuses et les marges sahariennes. En préliminaire à la rédaction définitive de l'atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles du Maroc, il nous a paru intéressant de souligner les apports récents concernant cette région du nord-ouest africain qui ont pour base les observations et collectes des auteurs et de Michel Geniez. L'objectif de ce travail est d'affiner la connaissance des aires de répartition d'espèces d'origine paléarctique dans les zones de montagne et leur infiltration dans les vallées du Présahara (Fig.1). Par ailleurs, une intensification de la prospection a permis de mieux préciser l'implantation de certaines espèces endémiques ou sahariennes.

Manuscrit accepté le 25 juillet 1989.



- | | | |
|---------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 - Tarfaya | 14 - Oualidia | 27 - Agdz |
| 2 - Jbel Bani | 15 - Aïn-Sferjila | 28 - Jbel Ayachi |
| 3 - Jbel N'Aklim | 16 - Rabat | 29 - Errachidia |
| 4 - Jbel Tinerguet | 17 - Forêt de la Mamora | 30 - Meski |
| 5 - Argana | 18 - Beni-Mellal | 31 - Zouala |
| 6 - Jbel Tichka | 19 - Jbel Irhnyane | 32 - Talsinnt |
| 7 - Tizi-n-Tabgourt | 20 - Jbel Tilsgouaft | 33 - Mengoub |
| 8 - Tizi-n-Test | 21 - Jbel Mourik | 34 - Bouârfa |
| 9 - Jbel Siroua | 22 - Boumalne du Dadès | 35 - Tendirara |
| 10 - Jbel Toubkal | 23 - Jbel Sahro | 36 - Matarka |
| 11 - Tizi-n-Tichka | 24 - Nekob | 37 - Debdou |
| 12 - Telouet | 25 - Ouarzazate | 38 - Aïn-Benimathar |
| 13 - Sidi-Chiker | 26 - Aït-Saoun | |

Figure 1 : Situation géographique des localités citées dans le texte.

II. OBSERVATIONS

A. Amphibiens

Pelobates varaldii Pasteur et Bons 1959

De nombreuses mentions récentes de *Pelobates varaldii* au Maroc ne modifient pas sensiblement l'aire de distribution connue jusqu'ici. Seule celle de Dorda Dorda (1984) apportait une extension notable vers le Nord dans les milieux humides assez voisins de ceux de la Mamora, localité type de l'espèce. Cependant, l'un de nous a déterminé sans ambiguïté un crâne de *Pelobates* dans une pelote de réjection de *Tyto alba* provenant de la lagune d'Oualidia. Lorsque l'on sait que le rayon d'action de la Chouette effraie n'excède pas 3 km, on peut sérieusement penser qu'il existe une population à rechercher sur les bords de cette lagune. De plus, le même observateur a trouvé des têtards de cet Anoure bien au sud de Rabat, dans les Zaërs, à la maison forestière d'Aïn Sferjila. Il devient dès lors possible d'envisager une répartition (discontinue ?) dans les milieux humides littoraux.

Bufo bufo spinosus Daudin 1803

Le Crapaud commun, connu jusqu'à présent dans le massif du Toubkal en ce qui concerne le Haut-Atlas, a été découvert d'une part à l'ouest du N'Fis : Tizi-n-Tabgourt (alt. 2200 m) et dans le Jbel Tinerguist (2750 m), d'autre part sur le versant sud du Jbel Ayachi (1660 m). Il est donc vraisemblable qu'il se trouve dans toute la chaîne du Haut-Atlas.

Bufo viridis viridis Laurenti 1768

Le Crapaud vert ne semblait pas fréquenter les milieux d'altitude du Haut-Atlas central. Une série d'observations montre sa présence entre 1900 et 2600 m dans le Tizi-n-Test et dans les massifs à l'est de Télouet.

Bufo brongersmai Hoogmoed 1972

La présence de l'espèce est confirmée nettement au nord du Haut-Atlas (Sidi-Chiker) (Fig.2). Par ailleurs, elle est reconnue de toutes les marges présahariennes du Maroc jusqu'à Bou Arfa et Mengoub vers l'est. La présence de *Bufo brongersmai* en Algérie peut être maintenant considérée comme probable.

B. Sauriens

Ptyodactylus hasselquisti oudrii Lataste 1880

L'aptitude de ce gecko à coloniser les milieux d'altitude élevée se confirme par sa présence à 2400 m dans l'Anti-Atlas, à proximité du Jbel N'Aklim (H. Bailly-Choumara, comm.pers.).

Quedenfeldtia trachyblepharus (Boettger 1874)

Cette espèce, largement répartie tant en plaine qu'en montagne entre le Haut-Atlas occidental et le Jbel Bani, semblait ne pas dépasser le Tizi-n-Tichka ⁽¹⁾ vers l'est. Les observations récentes ont permis de le découvrir dans le Jbel Sahro à 1600 et 2200 m et, plus au nord, à la liaison du Haut et du Moyen-Atlas entre 1950 et 2650 m (Jbel Irhayene, au sud de Beni-Mellal, et Jbel Mourik).

(1) Le Tizi-n-Tichka, ou col du Tichka, ne doit pas être confondu avec le Jbel Tichka situé aussi dans le Haut-Atlas, mais 130 km plus à l'ouest.

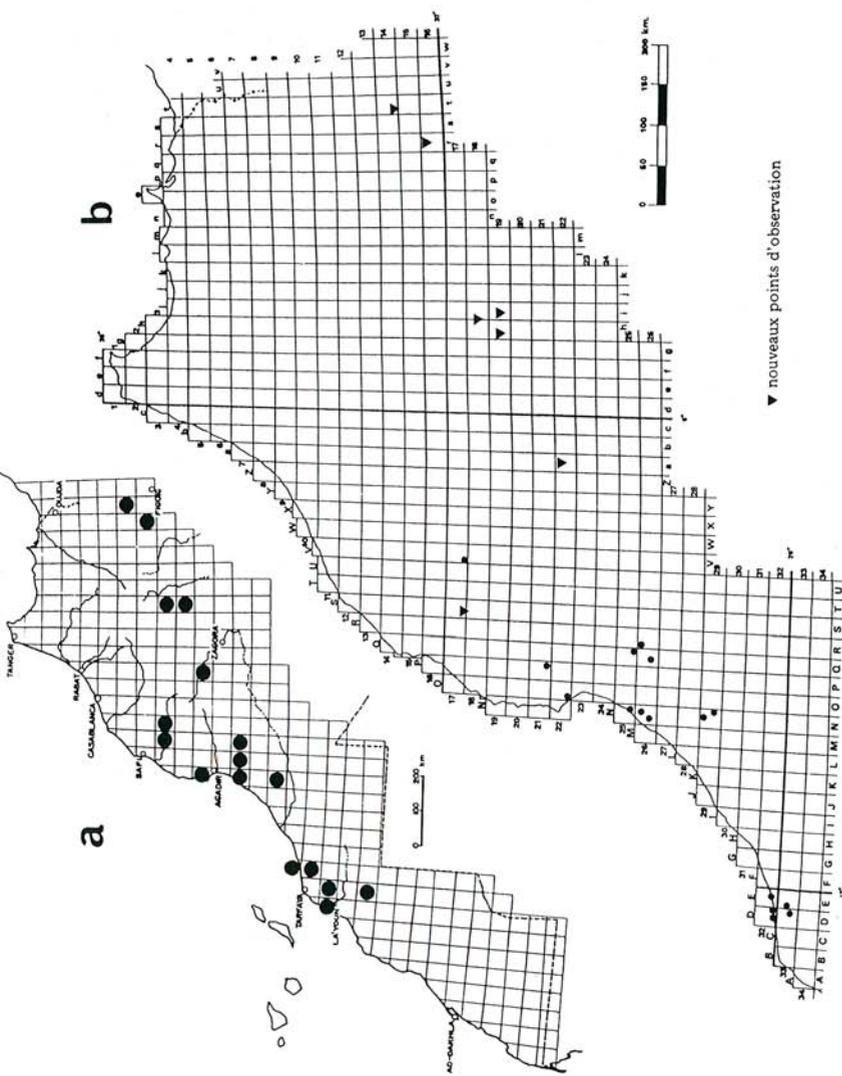


Figure 2 : Répartition de *Bufo brongersmai* Hoogmoed 1972 (Atlas de répartition à paraître)
 2A = Carte de répartition générale (échelle 1/2.000.000)
 2B = Carte de répartition à l'échelle 1/800.000
 ● = anciens points d'observation.
 ▼ = nouveaux points d'observation.

***Saurodactylus mauritanicus broseti* Bons et Pasteur 1957**

Le Saurodactyle de Brosset semblait jusqu'à maintenant limité au Maroc atlantique, depuis les plaines des Doukkalas jusqu'à la province de Tarfaya, en incluant le Haut-Atlas occidental et central et le versant occidental de l'Anti-Atlas. La capture de cette espèce à Aït-Saoun, près d'Agdz (province d'Ouarzazate) étend très sensiblement l'aire de répartition qui devrait maintenant couvrir à moyenne altitude tous le nord de l'Anti-Atlas.

***Lacerta pater* Lataste 1980**

Le lézard ocellé "d'Afrique du Nord" a été considéré jusqu'à ces dernières années comme une sous-espèce de *Lacerta lepida*. Son implantation dans les régions méridionales du Maroc commence à se préciser. Après sa découverte déjà ancienne au nord du Jbel Siroua et dans la haute vallée de l'Oued Draâ, plusieurs informations confirment sa présence dans cette vallée et révèlent son existence, toujours au sud du Haut-Atlas, dans les gorges du Dadès près de Boumalne (P.A. Crochet, com. pers.) et dans le Tafilalt au sud de Meski où nous l'avons observé à plusieurs reprises dans les milieux humides riverains de l'Oued Ziz. Il faut rapprocher cette implantation de *Lacerta pater* dans les vallées présahariennes du Maroc avec la découverte (Joger, 1981) de la même espèce beaucoup plus au sud, à Amguid, au Nord du massif du Hoggar (Algérie).

***Lacerta andreanszkyi* Werner 1929**

Jusqu'à présent, l'aire de ce petit lézard de montagne paraissait restreinte au Haut-Atlas central entre le N'Fis et le Tizi-n-Tichka. On peut désormais, après sa découverte dans plusieurs stations du Jbel Ayachi (3350 m), du Jbel Tilsgoulaft (2600 m) et dans le Haut-Atlas occidental au-dessus d'Argana (Jbel Tinerguet, 2500 m), penser que cette espèce a une répartition, peut-être discontinue, sur tout le Haut-Atlas, de 2400 à 3800 m.

***Podarcis hispanica vaucheri* (Boulenger 1905)**

L'aire de *Podarcis hispanica* au Maroc paraissait bien circonscrite aux montagnes humides (Rif, Moyen-Atlas, Haut-Atlas atlantique) et à quelques stations dans l'Oriental. Une observation dans la région de Talsinnt (confins orientaux du Haut-Atlas) semble montrer que l'espèce pourrait être trouvée tout le long de l'axe haut-atlasique. Cette mention est à rapprocher de celles, plus anciennes, de *Lacerta pater*, *Lacerta perspicillata*, *Chalcides ocellatus montanus* et *Malpolon monspessulanus*, montrant l'utilisation, dans cette région, des reliefs plus humides par les représentants de l'herpétofaune méditerranéenne.

***Psammodromus algerus nollii* (Fischer 1887)**

Elément caractéristique des maquis atlantiques du Maroc, la forme nominale ne semble pas dépasser le Haut-Atlas vers le sud. La forme des Haut-Plateaux, en revanche, a été contactée sur une bonne partie de l'Oued Ziz jusqu'à Zouala, au sud d'Errachidia, où elle est restreinte à la palmeraie proprement dite.

***Psammodromus blanci* (Lataste 1880)**

Cette espèce algérienne n'était connue du Maroc que par une seule mention certaine (Bons, 1960), sur les Haut-Plateaux, dans la steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*). Une observation récente dans cette région (piste 5348, 53 km après Aïn-Benimathar en direction de Debdou) précise la répartition de cette espèce.

C. Ophidiens

f

Leptotyphlops macrorhynchus (Jan 1861)

La discrétion de ce petit serpent vermiforme explique sa mention tardive dans la faune du Maroc. Il semble être constant au sud du Haut-Atlas et l'une des dernières observations, faite au sud du Jbel Sahro (piste 6956, 14 km après Nekob en direction d'Agdz), confirme cette continuité.

Coluber (Haemorrhais) hippocrepis intermedius Werner 1929

Plusieurs captures récentes confirment la répartition continue de cette espèce au sud du Haut-Atlas. Elle est présente en particulier dans le Jbel Sahro, la forme type *Coluber h. hippocrepis* se retrouvant sur les versants septentrionaux ou occidentaux de ces reliefs. Mais la nature des éventuels contacts avec la forme nominale n'est pas connue et il serait intéressant de l'étudier en détail.

Coronella girondica (Daudin 1803)

Bien connue au Maroc par de nombreux points d'observation, cette espèce liée aux reliefs en ce qui concerne le Maghreb fait figure de relicté glaciaire. Nos observations permettent de la retrouver sur le versant nord du Haut-Atlas et, vers l'Ouest, dans le Jbel Tinerguet à l'ouest du massif de Tichka. Cette localité et la plus occidentale connue à ce jour pour cette espèce.

Spalerosophis dolichospilus (Werner 1923)

Les observations récentes, au nombre de sept, confirment la présence de cette espèce dans le Tafilalt.

Spalerosophis diadema cliffordi (Schegel 1837)

L'examen de spécimens capturés et déterminés par Schouten à la pointe occidentale de la province de Tarfaya (Schouten et Thévenot, 1988) ne laisse aucun doute quant à l'appartenance de cette population à l'espèce *Spalerosophis diadema* et confirme bien l'isolement de l'espèce berbérique *Spalerosophis dolichospilus* implantée plus au Nord (Pasteur, 1967).

Vipera monticola Saint-Girons 1953

La Vipère de l'Atlas vient d'être découverte bien à l'ouest du massif du Toubkal, dans le Jbel Tichka près des sources du N'Fis (3050 m).

Vipera mauritanica deserti Anderson 1892

La mention la plus récente de cette forme désertique se situe sur les Hauts-Plateaux (où l'espèce n'était pas connue jusqu'à présent), 9 km à l'ouest de Tendirra en direction de Matarka, et permet d'étendre sa répartition plus au Nord-ouest. Ce spécimen excessivement pâle se caractérise par l'absence de couleur rosée et sa parfaite homochromie avec les roches environnantes.

III. CONCLUSION - DISCUSSION

Ces observations, extraites d'une somme d'informations non publiées recueillies ces dernières années au Maroc modifient certaines données concernant la biogéographie de l'herpétofaune de ce pays.

Le Pélobate de Varaldi semblait, d'une manière un peu schématique, limité aux pourtours de la seule plaine inondable du Rharb. Il s'avère maintenant qu'il déborde très largement vers le sud et qu'il n'est pas invraisemblable d'envisager son existence sur les parties sablonneuses du littoral méditerranéen.

L'intérêt biogéographique de la barrière atlasique dans l'interprétation des herpétofaunes paléarctiques et sahariennes au Maroc s'affirme. L'extention des aires de *Bufo bufo*, *Quedenfeldtia trachyblepharus*, *Lacerta andreanszkyi*, *Podarcis hispanica vaucheri*, *Coronella girondica*, *Vipera monticola* qui caractérisent sur tout ou partie de l'axe montagneux les milieux de haute altitude et, d'autre part, les infiltrations de certaines espèces le long des vallées du versant méridional comme *Lacerta pater* ou *Psammodromus algirus* montrent avec plus de précision les limites des représentants de la faune préméditerranéenne et de certains endémiques.

L'occupation du Haut-Atlas est complétée localement avec les mentions d'espèces d'affinités différentes telles que *Bufo viridis* ou *Ptyodactylus hasselquisti*.

Parmi les formes d'origine saharienne, il faut noter la relative abondance de *Spalerosophis dolichospilus* dans le Tafilalt et la confirmation du relais de cette espèce par *Spalerosophis diadema* au sud de l'Oued Draâ.

Enfin, certaines espèces de faible émergence dans les relevés de terrain tels que *Bufo brongersmai*, *Psammodromus blanci* et *Leptotyphlops macrorhynchus* font l'objet de nouvelles mentions.

Ces données permettent de compléter la cartographie, actuellement bien avancée, de l'Atlas des Amphibiens et Reptiles du Maroc (Fig.2).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BONS, J. (1960) — Aperçu sur le peuplement herpétologique du Maroc oriental. *Bull. Soc. Sci. Nat. et phys. Maroc*, 40 : 53-84.
- BONS, J. (1967) — Recherches sur la biogéographie et la biologie des Amphibiens et des Reptiles du Maroc. Thèse Doct. Sci. Nat., Montpellier, CNRS AO 2345, 321 p.
- DORDA DORDA, J. (1984) — Prospeccion herpetologica en el Norte de Marruecos. *Bol. Ghezoc.*, 1(1) : 19-28.
- JOGER, U. (1981) — Zur Herpetofaunistik Westafrikas. *Bonn. zool. Beitr.*, 32(3-4) : 297-340.
- PASTEUR, G. (1967) — Un serpent endémique du Maghreb : *Spalerosophis dolichospilus* (Werner), Colubridés. *Bull. Mus. Nat. Hist. nat.*, 39 : 444-451.

SCHOUTEN, J.R. et THEVENOT, M. (1988) — Amphibians and Reptiles of the Tafaya region, province of La'Youne, Morocco. *In* : The Khnifiss Lagoon and its surrounding environment. *Trav. Inst. Sci., Rabat*, Mém. hors série.

Ph. GENIEZ, M. THEVENOT et J. BONS
Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés
E.P.H.E., U.S.T.S.L., pl. E. Bataillon
34060 MONTPELLIER Cedex (France)

R. DESTRE
5, Chemin de Janicot
48000 MENDE (France)

Ph. ROUX
Laboratoire d'Ecologie, U.E.R. des Sciences
Université de Limoges
123, av. Albert Thomas
87060 LIMOGES Cedex (France)

OBSERVATIONS SUR L'ACTIVITÉ DE DIVERS BATRACIENS DANS UNE DUNE LITTORALE DE LOIRE ATLANTIQUE

par

Francis GIRARD

Résumé — Plusieurs Anoures, *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo calamita*, *Bufo bufo* et un Urodèle, *Triturus helveticus* ont été observés dans une dune de Loire Atlantique. Quelques éléments sur la reproduction de ces animaux sont présentés en liaison avec la spécificité du biotope.

Mots-Clés : Loire Atlantique - dune - reproduction - *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo calamita*, *Bufo bufo*, *Triturus helveticus*.

Abstract — Some batrachians have been observed in a sand dune of Loire Atlantique : *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo calamita*, *Bufo bufo*, *Triturus helveticus*. Elements about the reproduction of these animals are given in relation with the local natural conditions.

Key-words : Western France - sand-dune - reproduction - *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo calamita*, *Bufo bufo*, *Triturus helveticus*.

I. INTRODUCTION

Après l'article réalisé sur quelques espèces de Batraciens Anoures de la mare du Grand Travers dans l'Hérault (Salvidio et Quero, 1987), il était intéressant de proposer un travail similaire sur une station beaucoup plus nordique, en l'occurrence la partie côtière nord de la Loire Atlantique, qui abrite les mêmes espèces.

Bien entendu, c'est encore le Pelobate cultripède (*Pelobates cultripes*) qui retient toute notre attention, puisque l'animal est ici au point le plus septentrional de son aire de répartition (Lescure, 1984 ; Girard et Maillard, 1988). Les résultats obtenus quant à cette espèce, sont malheureusement maigres et alarmants en ce qui concerne les adultes, mais sont plus prometteurs pour leur progéniture.

II. BIOTOPE

Le lieu de nos observations est une dune littorale de la presqu'île Guérandaise. La structure dominante qui ordonne l'assise d'une dune est rappelée à travers un croquis (Fig.1). Les Batraciens vivent dans la dune dite "fixée", une zone très particulière facilement reconnaissable par sa flore (*Helychrysum stoechas*, *Allium sphaerocephalum*...). Cependant cette végétation disparaît au sein des dépressions marécageuses où s'accumule l'eau hivernale, et cède la place à d'autres espèces beaucoup moins endémiques telles que roseaux, joncs, *Baccharis* et graminées d'une importante pelouse (Chauvin, 1983).

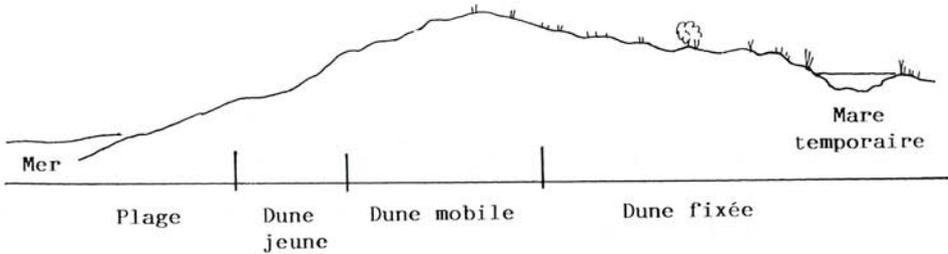


Figure 1 : Profil dunaire du site d'observation.

Il faut souligner l'extrême sécheresse de ce milieu dès le printemps. Elle est liée à plusieurs facteurs : le premier est la faible pluviosité de la région (638 mm/an), le deuxième un ensoleillement important qui crée un échauffement rapide et intense du sol (jusqu'à 60°C en surface) et le troisième, un vent qui balaie parfois avec violence, ces zones peu protégées. Tous ces éléments ont pour conséquence de faire baisser en peu de temps le niveau de la nappe phréatique, qui, seule, assure plus ou moins longtemps le maintien en eau après l'hiver. C'est pourquoi, il arrive souvent qu'aucun têtard ne puisse arriver au stade ultime de la métamorphose.

Les dépressions marécageuses forment un réseau quelque peu dispersé dans la dune et, malgré leur relative proximité, des différences importantes peuvent apparaître entre elles tant au niveau microclimatique qu'à celui de leur peuplement. Elles abritent quatre espèces de Batraciens Anoures et une seule espèce d'Urodèle : le Pelobate cultripède, le Crapeud calamite, le Crapeud commun, le Pelodyte ponctué et le Triton palmé.

III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les prospections précises sur le site de reproduction ont été effectuées de la mi-février à la mi-mai 1988, entre 21 et 23 h. La température de l'eau a été prise sous 10 cm d'eau et celle de l'air à 1 m du sol, à l'aide d'un thermomètre à alcool (Tab.I). Les données pluviométriques sont celles de la station météorologiques de La Baule, située à 10 km du site (Tab.II). Le dénombrement des individus ne fut possible que pour *Pelobates cultripedes* et *Bufo bufo* à cause de leur petit nombre, celui des *Bufo calamita*, *Pelodytes punctatus* et *Triturus helveticus* fut rendu

Date	t. de l'air en °C	t. de l'eau en °C	<i>Bufo bufo</i>	<i>Bufo calamita</i>	<i>Pelodytes punctatus</i>	<i>Pelobates cultripes</i>
18/02	6°					
25/02	3°					
02/03	5°	5°				
07/03	10°	9°	1 m 1 f	+++	+	
09/03	6°	9°	1 m 1 f	+++	+	
14/03	8°	9°	1 m 1 f	+++	+	
18/03	10°	11°	1 m	+++	+	1 m
26/03	8°	9°		++		1 f
30/03	6°	10°		++	+	
02/04	8°	11°		++		
09/04	8°	11°		++	+	1 m
15/04	11°	14°	1 m	++	+	
20/04	11°	16°		+		
24/04	11°	16°		+	+	
07/05	13°	20°		+		

Tableau I : Nombre d'Anoures sur le site. m = mâle ; f = femelle.

Pour les espèces *Bufo calamita* et *Pelodytes punctatus* estimation du nombre d'individus : + = n<50 ; ++ = 50<n<200 ; +++ = 200<n<400 individus.

		Janvier		Février		Mars		Avril	
		1988	Moy.	1988	Moy.	1988	Moy.	1988	Moy.
T°C	Min.	7	3	4,7	3,3	6,5	4,9	8,1	6,5
	Max	11,4	8,3	10,6	9,3	11,2	11,7	14,6	14,2
Précipitations en mm		219,2	68	120,2	56	81,9	48	81,6	43
Jours de pluie		27	16	17	13	19	16	14	10

Tableau II : Données météorologiques de la station de La Baule en 1988 comparée à la situation moyenne mensuelle.

impossible par leur grand nombre. Par exemple pour le Crapaud calamite, une estimation réalisée au début de mars (période maximale pour cette espèce) approchait les 400 spécimens. Dans tous les cas, les conditions d'accès, parfois difficiles de certaines zones comme les roselières très denses empêchaient la capture ou l'observation de nombreux individus. Cependant, la fréquentation du site depuis plusieurs années a permis de mieux y observer les Batraciens. Du fait des conditions du milieu, un dénombrement aussi précis que celui opéré dans l'Hérault, à la mare du Grand Travers ne fut possible.

IV. RÉSULTATS

En 1988 l'absence d'hiver n'a pas déclenché un phénomène de précocité chez les Batraciens, sauf pour le Pélodyte qui s'est manifesté dès le début janvier. Au contraire, le refroidissement de quelques jours à la fin février et au début mars a interdit toutes sorties échelonnées. En effet, dès la première soirée de redoux, les animaux étaient déjà réunis en masse autour des points d'eau (*Bufo calamita*). Les premiers chapelets d'oeufs de Calamites et de Crapauds communs ont été repérés le 8 mars, donc bien plus tard que ceux du Pélodyte à la fin janvier et plus tôt que ceux du Pélobate, déposés probablement à la fin mars (Fig.2).

Chez ces animaux, une période de ponte "vraie" qui démarre à la sortie de l'hibernation et se poursuit pendant un mois, est à distinguer des pontes sporadiques, parfois importantes qui peuvent avoir lieu jusqu'au début juin (cette année pour le Calamite). Celles-ci sont provoquées par des chutes de pluies abondantes et prolongées pendant quelques jours, qui remontent le niveau de l'eau dans les flaques.

Le développement des têtards est relativement rapide. Ce sont les jeunes Pélodytes qui sortent les premiers de l'eau (mi-avril et jusqu'en mai-juin). Les petits Calamites, Crapauds commun et jeunes Tritons suivent au début de mai et jusqu'en juin voire juillet. Le problème épineux réside dans la durée particulièrement longue du développement du têtard du Pélobate, à qui 4 mois et plus, selon les conditions naturelles, sont nécessaires pour assurer sa métamorphose (Ceï et Crespo, 1971). C'est d'ailleurs à la faveur de cette année que nous avons pu constater qu'aucun têtard ne pouvait atteindre une taille simplement raisonnable (40 mm), du fait de l'évaporation massive, même à l'occasion de précipitations abondantes et régulières comme en 1988.

V. DISCUSSION

Les stratégies de reproduction ne sont pas tout-à-fait semblables pour chaque espèce mais elles sont toutes liées à l'eau. Pour mieux faire bénéficier les jeunes de cet élément vital, mais temporaire, la ponte s'effectue le plus tôt possible. Les pontes supplémentaires (ou tardives), chez le Pélodyte, le Crapaud calamite et peut-être le Triton palmé, n'ont pour objectif que d'ajouter des chances supplémentaires à la réussite de la nouvelle génération. Il faut signaler qu'à de rares exceptions ces nouvelles pontes n'apportent aucun résultat positif.

Dans la dune, le Crapaud commun est l'animal le moins fréquent. Il déborde de son habitat par un phénomène d'anthropisation très présent autour de la dune.

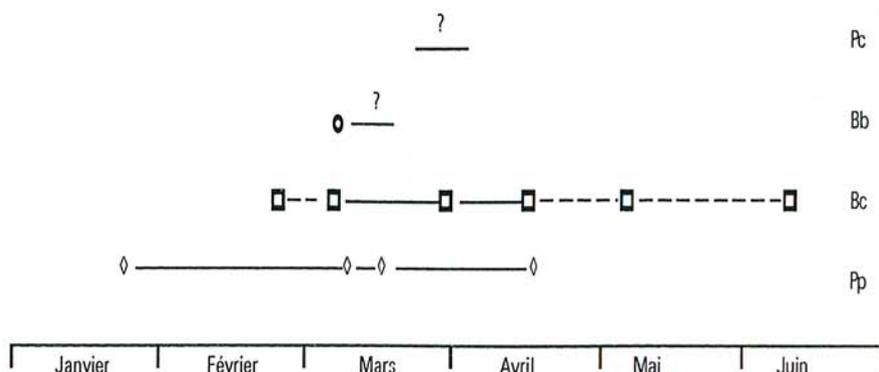


Figure 2 : Période de pontes des différentes espèces d'Anoures en 1988.

Les symboles : \diamond , \square , \circ représentent les dates auxquelles les pontes ont pu être notées, pour chaque espèce.

Bb = *Bufo bufo* ; Bc = *Bufo calamita* ; Pc = *Pelobates cultripes* ; Pp = *Pelodytes punctatus*.

Le Triton palmé ne paraît pas gêné par ce milieu très sec. Mais néanmoins, il reste localisé à la proximité des zones humides pour sa vie terrestre et n'entre pas dans la dune proprement dite.

Le Pélobate est rare, la population réduite est de plus très dispersée. Son maintien dans la dune n'est certainement dû qu'à la grande longévité de l'espèce. En effet, depuis 4 ans que le site est suivi avec assiduité, c'est la première fois que des têtards ont pu être remarqués.

Nos observations montrent que malgré une douceur hivernale comparable à celle notée dans l'Hérault, les différentes espèces se sont montrées plus frileuses, particulièrement en ce qui concerne le Pélobate. La différence est moins sensible pour les deux espèces de Crapauds, qui par ailleurs se présentent souvent plus tôt (fin février). Il faut encore insister sur l'extrême précocité du Pélodyte en 1988, qui place cet animal parmi les Anoures qui se manifestent au milieu de l'hiver, bien que d'habitude les premiers animaux ne sont signalés qu'à la mi-février ou au début mars.

Remerciements — Je voudrais adresser mes remerciements à M. J. Lescure qui a bien voulu relire et corriger ces quelques lignes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CEI, J.M. et CRESPO, E.G. (1971) — Remarks on some adaptative ecological trends of *Pelobates cultripes* from Portugal : thermal requirement, rate of development and water regulation. *Arg. Mus. Boc.*, série 2-III (2) : 9-36.
- CHAUVIN, G. (1983) — La vie dans les dunes - Ouest France, Rennes, 63 p.
- GIRARD, F. et MAILLARD, I. (1988) — Le peuplement batrachologique des dunes littorales du Maris de Guérande (Bretagne Sud). *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr.*, Nantes, n.s. Tome X (1) mars 88 : 20-32.
- LESCURE, J. (1984) — La répartition passée et actuelle des pelobates (Amphibiens, Anoures) en France - *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 29 : 45-59.
- SALVIDIO, S. et QUERO, J.I. (1987) — Observations sur l'activité de *Pelobates cultripes* (*Anura, Pelobatidae*), *Bufo calamita* et *Bufo bufo* (*Anura, Bufonidae*) dans la mare du Grand Travers (Hérault). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 41 : 1-7.

F. GIRARD
10 Allée des Pélicans
44500 LA BAULE (France)

NOUVELLES DONNÉES SUR LA RÉACTION DE DÉFENSE RÉFLEXE ("UNKEN REFLEX") CHEZ *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (*Anura*, *Ranidae*)

par

Mario GARCIA-PARIS et Marisa ESTEBAN

Résumé — Un comportement incomplet de type défense réflexe ("unken reflex") est décrit chez des individus de *Rana temporaria* d'Espagne et de Pologne. La présence de ce type de réflexe chez d'autres espèces phylogénétiquement éloignées nous suggère l'existence d'un proto-réflexe généralisé chez les Anoures. Une spécialisation de ce réflexe élémentaire aboutit au vrai "réflexe du sonneur" ("unken reflex" de *Bombina*).

Mots-clés : *Anura*, Comportement, Défense réflexe ("Unken reflex"), *Rana temporaria*.

Summary — Incomplete "unken reflex" reactions in *Rana temporaria* from Spain and Poland are described. The presence of this reflex in phylogenetically unrelated species suggests the existence of a generalized proto-reflex in *Anura*. A specialized phylogenetical derivation of this proto-reflex would correspond to the "unken reflex" typical in *Bombina*.

Key-words : *Anura*, Behavior, "Unken reflex", *Rana temporaria*.

I. INTRODUCTION

Chez des Amphibiens possédant une coloration vive de la face ventrale, des réactions réflexes consistant en une cambrure dorsale avec levée des membres sur le dessus de la tête ("unken reflex" de Hinsche, 1926) ont été décrites chez les Discoglossidés du genre *Bombina* (Hinsche, 1926, 1928), et des Bufonidés du genre *Melanophryniscus* (Fernández, 1927 ; Cei, 1980). Ce type de réflexe qui permet de montrer partiellement la coloration de la face ventrale est considéré comme une attitude du genre défensif-intimidateur. Des réflexes similaires, plus ou moins incomplets, ont été rarement observés chez le Discoglossidé *Alytes obstetricans* (Hinsche, 1926), les Bufonidés *Bufo bufo* (Eibl-Eibesfeld, 1950) et *B. calamita* (Heusser, 1969), le Hylidé *Pternohyla fodiens* (Firschein, 1951), le Hyperoliidé *Leptopelis karissimbensis* (Witte, 1941) et le Ranidé *Rana temporaria* (Hinsche, 1926 ; Burny et Parent, 1984).

Sanchíz (1985, 1988) montre la présence d'une spécialisation au niveau des vertèbres chez *Bombina* et *Salamandrina*, Salamandridé qui possède une vive coloration ventrale et un réflexe similaire, avec cambrure du dos et enroulement de la queue (Lanza, 1967). Cette spécialisation permet ainsi la courbure dorsale de la colonne vertébrale lors de la réalisation de ce réflexe.

Dans cette note, nous décrivons des réactions observées chez *Rana temporaria*.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

La première observation de ce type de réflexe a été faite sur une grenouille rousse (*Rana temporaria*) trouvée à Sallent de Gállego (Pyrénées espagnoles, Province de Huesca) à une altitude de 1670 m, le 1er Juin 1985. L'animal s'était réfugié sous une pierre aux abords d'un petit ruisseau de montagne, vers midi, par un temps ensoleillé. A part cet exemplaire, on trouva de nombreux individus actifs dans le même ruisseau, mais ils ne manifestèrent pas ce type de réaction.

D'autre part, dans le Parc Naturel de Czulow, près de Kraków (Pologne), le 5 octobre 1988 vers 15 heures, par un jour de pluie, nous avons provoqué une nouvelle réaction de ce type, bien que de courte durée cette fois-ci, en capturant trois mâles actifs appartenant à cette espèce.

Nous avons étudié les colonnes vertébrales de huit *R. temporaria* de différentes tailles et âges, capturées au même endroit et le même jour que la grenouille observée en Espagne.

III. RÉSULTATS

L'individu de Sallent de Gallego (Fig.1), aplatit son corps sur le sol en baissant la région antérieure et dresse ses membres antérieurs au niveau des yeux, mains ouvertes vers l'extérieur. La position de la grenouille est semblable à celle des exemplaires photographiés par Burny et Evrard (Burny et Parent, 1984, figs. 1 et 2). A la différence de ce que d'autres auteurs avaient décrit concernant le "unken reflex" typique, les membres postérieurs restèrent en position normale de repos. L'individu demeura dans cette position pendant un peu plus de deux minutes et, perturbé à nouveau, il répéta deux fois le phénomène mais avec moins d'intensité.

Les individus du Parc de Czulow se contentèrent d'aplatir leur corps et de lever les membres antérieurs au dessus des yeux. Dans ce dernier cas, la réaction s'arrêta dès la fin de la provocation.

L'examen des vertèbres de *Rana temporaria* ne montra pas les structures spécialisées décrites par Sanchíz (1985 ; 1988) chez *Bombina* et *Salamandrina*.

IV. DISCUSSION

La présence d'un comportement du type défense réflexe ("unken reflex") chez des espèces sans coloration ventrale vive (Hinsche, 1926) et éloignées phylogénétiquement semble indiquer qu'un proto-réflexe de défense existe chez les Anoures et y est très répandue. Une spécialisation de ce proto-réflexe, par dérivation phylogénétique, aboutirait au vrai "réflexe du Sonneur" (l'unken reflex de *Bombina*) où une modification de la structure des vertèbres (Sanchíz, 1985) permettant une posture cambrée du dos est associée à l'exhibition d'une couleur aposématique ventrale.

Le réflexe observé chez *R. temporaria* correspondrait au proto-réflexe non spécialisé, puisque chez cette espèce les articulations vertébrales particulières et les couleurs ventrales vives ne se manifestent point.

D'un point de vue écologique, et à la différence de ce qui est indiqué par Burny et Parent (1984), l'exemplaire observé dans les Pyrénées ne se trouvait ni à



Figure 1 : *Rana temporaria* en position de défense réflexe. Pyrénées de Huesca. Espagne. (1-VI-1985).

la fin, ni au début de la période d'hibernation mais en période de post-reproduction (*sensu* Balcells, 1976). De la même façon, les observations faites au sujet de la température ne coïncident pas non plus avec celles de ces deux auteurs. Les exemplaires observés à Czulow (Pologne) pourraient être considérés en période pré-hibernale. Tout cela semble nous suggérer l'absence d'une relation claire entre la température ambiante ou l'état physiologique des animaux et l'observation de ce réflexe, mais avant de conclure quoi que ce soit, il est nécessaire d'avoir plus d'informations par de nouvelles observations.

Remerciements — Nous remercions C. Martín, J. Dorda et J. Rafinski pour leur aide dans les travaux de terrain ; Y. Bernat pour la traduction du texte ; et tout spécialement B. Sanchiz pour ses suggestions et ses apports techniques pour l'élaboration du travail dans le cadre du Projet CSIC-CAICYT 211. Nous remercions le "Servicio Provincial de Agricultura, Ganaderia y Montes" de Huesca (Espagne) (autorisation du 28 mai 1986 pour la capture des exemplaires cités). Et aussi J. Lescure et R. Vernet pour leurs enrichissants commentaires et corrections sur le manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALCELLS, E. (1976) — Observaciones sobre el ciclo biológico de anfibios de alta montaña y su interés en la detección del inicio de la estación vegetativa. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(2) : 55-153.
- BURNY, J. et PARENT, G.H. (1984) — Notulae batrachologicae. I. Cri du chat et position cataleptique associée chez la grenouille rousse, *Rana temporaria temporaria* Linné. *Alytes*, 3(2) : 70-82.
- CEI, J.M. (1980) — Amphibians of Argentina. *Monitore Zool. Ital. (N.S.)*, Monogr. 2. 609 p.
- EIBL-EIBESFELD, I. (1950) — Ein Beitrag zur Paarungsbiologie der Erdkröte. *Behaviour*, 2 : 217-236.
- FERNANDEZ, K. (1927) — Sobre la biología y reproducción de batracios argentinos (Segunda parte). *Bol. Acad. nac. Cienc. Córdoba*, 29 : 271-328.
- FIRSCHEIN, I.L. (1951) — Phragmosis and the "Unken Reflex" in a Mexican Hylid frog. *Pterohyla fodiens*. *Copeia*, 1951 : 74.
- HEUSSER, H. (1968) — Unkenreaktion mit Befreiungsruf beim Weibchen der Kreuzkröte, *Bufo calamita*. *Experientia*, 25 : 1213.
- HINSCHKE, G. (1926) — Vergleichende Untersuchungen zum sogenannten Unkenreflex. *Biol. Zentralbl.*, 46 : 296-305.
- HINSCHKE, G. (1928) — Kampfreaktionen bei einheimischen Anuren. *Biol. Zentralbl.*, 48 : 577-616.
- LANZA, B. (1967) — Reazione di tipo Unkenreflex in un Urodelo (*Salamandrina terdigitata*). *Zeitschr. Tierpsychol.*, 23 : 855-857.
- SANCHIZ, B. (1985) — Sobre la presencia de pseudo-zygosfenos en la columna vertebral de algunos discoglósidos (*Amphibia, Anura*). Resúmenes de las Comunicaciones. VII. Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Barcelona, 16-20 Sept. 1985 : 232.
- SANCHIZ, B. (1988) — On the presence of zygosphene-zygantrum vertebral articulations in Salamandrids. *Acta Zool. Cracov.*, 31(16) : 493-504.
- VITTE, G.F. de, (1941) — Batraciens et Reptiles. *In* : Exploration du Parc National Albert, Mission G.F. de Vitte, 1933-1935. Fascicule 33. Bruxelles, Institut des Parcs Nationaux du Congo belge, 261 p.

M. GARCIA-PARIS et M. ESTEBAN
Museo Nacional de Ciencias Naturales
José Gutiérrez Abascal, 2
28006 MADRID (Espagne)

CURE CHIRURGICALE D'UNE RÉTENTION D'OEUFS CHEZ UN CHÉLONIEN (*Pseudemys scripta elegans*) ⁽¹⁾

par

Brieuc FERTARD

Résumé — L'auteur décrit la résolution chirurgicale d'une rétention d'oeufs chez *Pseudemys scripta elegans* et discute de l'étiologie et du diagnostic de cette affection ainsi que des problèmes posés par une telle intervention.

Mots-clés : Tortue, Dystocie, Chirurgie, *Pseudemys scripta elegans*.

Summary — The author describes the surgical cure of an eggs retention in *Pseudemys scripta elegans* and debates about aetiology and diagnosis of this affection and difficulties of such a surgical procedure.

Key-words : Turtle, Dystocia, Surgery, *Pseudemys scripta elegans*.

I. MATÉRIEL

Une tortue de Floride femelle (*Pseudemys scripta elegans*) âgée de 7 ans et pesant 1100 g, logée en compagnie d'un mâle adulte de la même espèce dans un aquarium sans partie terrestre, est présentée à la consultation d'un vétérinaire à la suite d'une modification récente du comportement. L'animal ne s'alimente plus et, très nerveux, tente de sortir de son aquarium avec insistance. Nous conseillons une radiographie abdominale qui révèle la présence de 5 oeufs normalement coquillés. La femelle est placée dans un bac avec du sable et une petite partie aquatique. Après 3 semaines sans tentative de ponte une nouvelle radiographie ne révèle aucune modification de la position des oeufs (pas d'engagement dans le détroit du bassin). Le délai écoulé depuis la première observation paraît anormalement long et, bien qu'aucune lésion permettant d'expliquer la rétention d'oeufs n'apparaisse, un diagnostic de dystocie est porté et le recours à la chirurgie décidé.

Manuscrit accepté le 23 mars 1989.

(1) Communication présentée au 3ème Symposium européen sur les Chéloniens (Marseille 6-9 juillet 1988).

II. MÉTHODE

A. Préparation

Une diète de quelques jours est recommandable chez les chéloniens, et déjà acquise dans le cas présent. La tortue est soigneusement lavée à l'eau savonneuse tiède, rincée et séchée. La température de la salle d'opération est de 22 à 23°C.

B. Anesthésie (les temps sont donnés en minutes)

L'anesthésie s'est déroulée de la façon suivante :

T=0 : la phase d'induction débute par une injection intra-musculaire (dans la cuisse) de 1 mg de dropéridol (Droleptan ND) et de 50 mg de kétamine base (Imalgène 1000 ND).

T=45 mn : addition de 25 mg de kétamine base.

T=50 mn : la perte du tonus musculaire, qui a débuté par les membres postérieurs pour gagner progressivement les membres antérieurs et le cou, est maintenant suffisante pour passer à l'anesthésie gazeuse. La tortue est placée sur le dos et sa carapace est encastrée dans une plaque de polystyrène évidée permettant de la stabiliser. Le cou, étiré, est coincé dans un bloc de polystyrène de 2 cm d'épaisseur taillé en U afin de prévenir les mouvements de retrait dans la carapace. Enfin, la tête est glissée dans un masque confectionné à l'aide d'un emballage de seringue transparent relié à l'appareil d'anesthésie gazeuse, et fixé de façon non étanche à l'aide d'un ruban adhésif (pour éviter toute surpression pulmonaire lors de l'inspiration forcée). La respiration assistée est réglée à 10 cycles par minute et le mélange inspiré est constitué d'oxygène et de protoxyde d'azote à parties égales, additionné de 4% d'halothane (Fluothane ND). Pendant l'intervention, le pourcentage d'halothane est ajusté entre 0,5% et 4% en fonction des besoins et deux injections supplémentaires de 25 mg de kétamine sont pratiquées. Le réflexe cornéen persiste pendant toute l'anesthésie.

T=185 mn : fin de l'intervention. L'animal est placé un moment sous oxygène pur et le réveil, qui débute par une réapparition du tonus des membres postérieurs, est facilité par des injections répétées de doxapram (Dopram ND ; par 0,3 ml) jusqu'à T=380 mn où une reprise nette de conscience est confirmée.

C. 1er temps opératoire : ouverture du plastron (environ 60 mn)

Le plastron est tout d'abord poncé en vue de sa fermeture post-opératoire. Il est ensuite désinfecté (savon chirurgical, rinçage complet à l'alcool, teinture d'iode). Une fenêtrure de 39 mm sur 50 mm dessinée en plein centre du plastron et délicatement découpée à l'aide d'une petite scie circulaire de modélisme préalablement stérilisée aux vapeurs de formol) (dimensions hors tout de la tortue au centre de l'ouverture : 145 mm de large, 192 mm de long). La poussière de corne et d'os est éliminée au fur et à mesure par des rinçages au sérum physiologique. Le trait de scie traverse successivement trois épaisseurs : plaques cornées, carapace osseuse, périoste. La tortue étant placée en décubitus dorsal, le risque d'endommager un organe sous-jacent est assez faible car un espace se libère entre la face interne de la carapace osseuse et le péritoine.

D. 2ème temps opératoire : (environ 60 mn)

Tout le matériel utilisé lors du premier temps est éliminé, le plastron à nouveau désinfecté et les champs opératoires installés. Le volet osseux est soulevé à l'aide de ciseaux et totalement séparé du plastron après désinsertion de quelques attaches musculaires provenant de la ceinture pelvienne. Il est placé en attente dans du sérum physiologique froid. Au fond de l'ouverture apparaissent crânialement le coeur, à découvert, et caudalement le péritoine parcouru par deux grosses veines longitudinales parallèles. Le péritoine est incisé entre ces deux sinus veineux et la petite hémorragie qui s'en suit est maîtrisée à l'aide de pinces hémostatiques et d'une ligature du sinus gauche. Les ovaires apparaissent alors, chargés d'un grand nombre de follicules jaunes de tailles diverses. Les oviductes sont recherchés à bout de doigt et le droit est remonté le premier. Il est chargé de trois oeufs qui sont extraits par salpingotomie. L'examen attentif de l'oviducte révèle la cause de dystocie : la paroi est friable et en partie nécrosée. L'oviducte droit est donc suturé à ses deux extrémités et ôté, de même pour le gauche qui est enlevé avec les deux oeufs qu'il contient.

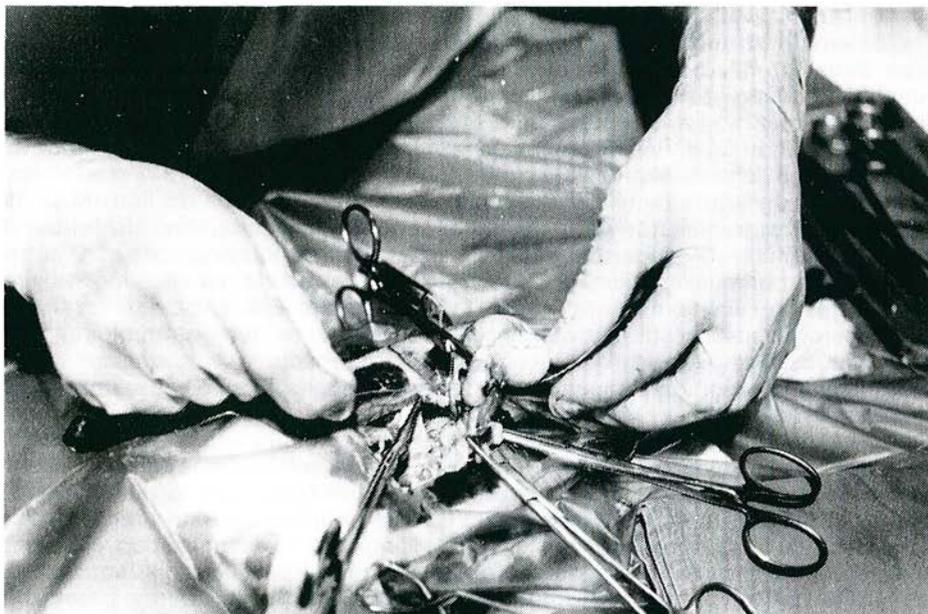


Figure 1 : Suture d'hystérectomie.

Le péricarde est irrigué à l'aide de sérum physiologique isotonique afin d'éviter sa dessiccation. 100 mg d'ampicilline sont déposés dans la cavité abdominale et le péritoine est refermé à l'aide de Vicryl ND 4/0. Enfin, le volet osseux est replacé dans l'ouverture.

E. 3ème temps opératoire : (environ 15 mn)

La surface du plastron est dégraissée à l'éther. Un collage est réalisé à l'aide de quelques couches de compresses de coton imbibées de résine époxyde rapide, appliquées en débordant largement les limites du volet. La tortue est laissée en décubitus dorsal jusqu'à polymérisation complète de la résine. Un cordon périphérique de résine polyester armée de fibres de verre courtes est ajouté le lendemain pour parfaire l'étanchéité, le tout étant ensuite poncé.

F. Suites post-opératoires

Après son réveil, la tortue reçoit une injection de 10 mg de nétilmicine (Nétromicine ND) toutes les 48 heures, cinq injections au total. Elle est baignée au bout de 48 heures. Son équilibre hydrostatique est d'abord imparfait puis se rétablit rapidement. Elle a recommencé à s'alimenter environ une semaine après. Un contrôle radiographique effectué un mois plus tard ne révélait rien de particulier sinon une régression apparemment totale du volume ovarien.

III. DISCUSSION

Les rétentions d'oeufs (ou "dystocies") ne sont pas rares chez les chéloniens, tout au moins en captivité. Dans le cas présent, l'affection résultait d'un début de nécrose de l'oviducte, sans doute d'origine infectieuse si l'on en juge par l'observation d'un foie "toxique" et de pétéchies sur le plastron qui signent souvent l'établissement d'un état septicémique. Les cinq oeufs étaient intacts mais non fécondés. D'une façon générale, l'infection du tractus génital est certainement l'une des causes les plus fréquentes de dystocie. Divers facteurs favorisants ou aggravants s'y rattachent, comme l'absence de lieu de ponte correct, le mauvais état général de la femelle, les carences alimentaires (l'hypovitaminose D est parfois mise en cause), les troubles hormonaux. D'autres causes plus ponctuelles existent. Frye (1981) cite le cas de femelles logées avec des mâles agressifs et dont l'oeuf le plus postérieur est brisé lors d'un accouplement intempêtif. Les débris acérés blessent l'oviducte et en bloquent les contractions. Parfois de gros calculs urinaires empêchent la sortie des oeufs. Enfin, l'inflammation du cloaque avec ou sans prolapsus est une cause importante de rétention d'oeufs.

Le diagnostic de cette affection est difficile lorsqu'il s'agit d'une absence de ponte et un peu plus simple lors d'une ponte incomplète. Dans tous les cas, le comportement de la femelle est modifié, mais de façon peu caractéristique : anorexie, fatigue, nervosité inhabituelle. La radiographie est d'un grand secours du fait de la forte minéralisation des coquilles, dont la visualisation est aisée. L'observation d'oeufs brisés ou de forme anormale (par exemple, soudure de plusieurs oeufs) permet un diagnostic direct. Lorsque les oeufs paraissent normaux, la conduite à tenir est plus incertaine. Il ne semble pas que l'on connaisse le délai normal séparant l'apparition radiologique des coquilles d'oeufs et la ponte. Il faut donc disposer de plusieurs faits concordants pour décider de l'opportunité d'un recours chirurgical : modification du comportement, présence d'oeufs coquillés dans les oviductes, absence de mouvement des oeufs dans le tractus génital lors de contrôles radiologiques successifs (en particulier absence d'engagement dans le détroit du bassin).

La laparotomie des chéloniens ne nécessite pas de matériel très particulier. Les seuls éléments inhabituels dans une salle de chirurgie sont une petite scie

circulaire électrique ou pneumatique facilement stérilisable et de la résine polyester et du tissu de fibre de verre ou à défaut de la résine époxyde pour imbiber des compresses.

Une précision mérite d'être apportée en ce qui concerne l'anesthésie. Malgré l'absence de diaphragme fonctionnel, l'ouverture de la carapace des chéloniens n'entrave pas leur respiration autonome (il n'y a donc pas nécessité d'un vide pleural comme chez les mammifères). L'anesthésie gazeuse sous pression positive n'est donc théoriquement pas nécessaire à l'intervention décrite plus haut. En pratique, du fait de l'énorme latence d'action des anesthésiques fixes injectés par voie intra-musculaire chez les chéloniens (30 à 60 mn), le contrôle d'une anesthésie de longue durée est périlleux par ce seul moyen. L'anesthésie gazeuse sans respiration assistée est également très aléatoire du fait de la capacité des chéloniens à ralentir leur respiration dès qu'ils inhalent un mélange gazeux différent de la composition de l'air. En résumé, l'insufflation du mélange anesthésique semble être la seule méthode permettant un contrôle exact de la profondeur de la narcose.

L'emploi d'un aminoside en couverture post-opératoire, malgré la forte néphrotoxicité de cette classe d'antibiotiques, est motivé par sa forte activité sur la plupart des bactéries Gram négatif responsables de la majorité des infections graves chez les reptiles (Ross, 1984). La posologie de 10 mg/Kg/48 heures est désormais classique chez les chéloniens aquatiques (rappelons que cette posologie doit être strictement limitée à 2,5 mg/Kg/72 heures chez les ophidiens et les chéloniens terrestres).

Lors d'une dystocie chez un chélonien plusieurs cas peuvent se présenter :

a- blocage de la ponte avec oviductes intacts (oeuf brisé, malformé...). Une double salpingotomie s'impose et le pronostic est bon.

b- découverte d'un ou plusieurs oeufs coquillés dans la cavité abdominale. Le pronostic est assez bon si les coquilles sont intactes, mauvais si elles sont brisées (péritonite). Il faut rechercher l'oviducte nécrosé qui a laissé échapper les oeufs et l'enlever. Les oeufs sont retirés de l'autre oviducte par salpingotomie.

c- l'un des oviductes est en mauvais état et contient encore ses oeufs : même conduite que précédemment.

d- le deux oviductes sont en mauvais état : double hystérectomie, idéalement avec ovariectomie. Malheureusement les ovaires des reptiles sont de type "disséminé". Il est dangereux de les retirer lorsqu'ils sont en activité, compte tenu de leur absence de pédicule et de la difficulté d'y accéder par une fenêtre limitée et aux contours rigides, en cas d'hémorragie.

Dans les trois derniers cas, un problème se pose : un ovaire (ou les deux) se trouve sans oviducte en vis-à-vis. Normalement, de nombreux follicules se préparent dans chaque ovaire à chaque cycle. Un nombre réduit d'entre eux évolue jusqu'à maturité et libère un ovule lors de la ponte ovulaire. Le pavillon de l'oviducte vient coiffer le follicule mûr et recevoir l'ovule. Les follicules non utilisées lors du cycle en cours subissent une atrophie lipoïdique. On peut légitimement se demander s'il y a un risque important de ponte abdominale après une hystérectomie non accompagnée d'ovariectomie ipsi-latérale.

Il y a deux ans, j'ai eu l'occasion d'opérer un ophidien atteint de dystocie, une femelle *Lampropeltis getulus californiae*. L'oviducte droit a été retiré, l'oviducte gauche simplement incisé, vidé de son contenu et refermé. Les ovaires ont été laissés en place. Cette femelle a pondu 8 oeufs coquillés un an après, dont six fécondés. Elle a de nouveau pondu cette année et n'a donné aucune signe de ponte abdominale. Il semble donc, au moins dans cette espèce, qu'une hystérectomie unilatérale n'entraîne aucun problème. Je ne dispose

malheureusement d'aucune donnée concernant une hystérectomie bilatérale chez un reptile. Le résultat obtenu avec la femelle *Lampropeltis* permet d'élaborer deux hypothèses concernant l'hystérectomie des reptiles : soit l'ovaire concerné continue à émettre des ovules qui sont récupérés par le pavillon de l'oviducte contra-latéral après un trajet abdominal (ce phénomène semble exister de façon naturelle ; Plummer, 1977), soit l'ablation d'un oviducte inhibe l'émission d'ovules par l'ovaire ipsi-latéral. Le devenir de la tortue décrite dans cet article permettra peut-être d'apporter une réponse à cette question. Signalons enfin que Frye (1981) propose, si cela semble nécessaire après une hystérectomie chez un chélonien, d'employer de la méthylprogestérone (dont la posologie resterait à déterminer) pour bloquer l'ovulation. Mais il ne semble pas avoir eu l'occasion de tester l'efficacité de la molécule chez ces animaux.

IV. CONCLUSION

La chirurgie abdominale des chéloniens est rarement pratiquée. Elle ne comporte cependant pas de difficulté majeure une fois maîtrisée l'anesthésie un peu particulière de ces animaux et connue la technique de laparotomie qui leur est propre. La seule réelle différence que rencontrera le praticien par rapport aux laparotomies classiques sera l'impossibilité d'augmenter les dimensions de l'ouverture de départ ainsi que l'obligation d'intervenir au travers d'un cadre totalement indéformable qui ne facilite pas l'accès aux différents organes. Une intervention de ce type doit donc être particulièrement bien préparée et le lieu d'intervention soigneusement calculé sur de bonnes radiographies.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FRYE, F.L. (1981) — Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry. Edwardsville Kansas, Veterinary Medicine Publishing Company, 456 p.
- PLUMMER, M.V. (1977) — Reproduction and Growth in the Turtle *Trionyx muticus*. *Copeia*, (3) : 440-447.
- ROSS, R.A. (1984) — The Bacterial Diseases of Reptiles. Stanford California, Institute for Herpetological Research, 114 p.

B. FERTARD
38/40 Boulevard de la Frayère
06110 LE CANNET (France)

Addenda : J'ai revu cette tortue après 6 mois. Une radio de contrôle montrait la régression complète du volume ovarien. Au bout d'un an, est survenu le décollement du pansement époxyde (prévisible du fait de l'exfoliation naturelle des plaques cornées). Il avait bien rempli son office puisque l'ouverture du plastron était totalement obturée, mais pas de la façon dont la bibliographie le laissait prévoir. Le volet osseux s'était comporté comme un séquestre et était totalement inerte. En le soulevant, j'ai eu la surprise de trouver un tissu osseux de néoformation obturant toute l'ouverture et recouvert de kératine fraîche (gardant l'empreinte du doigt) déposée en lamelles. Une nouvelle radio de contrôle montrait que l'ovaire était toujours au repos. La tortue a actuellement un comportement tout à fait normal.

Ces observations montrent que la voie de laparotomie utilisée est tout à fait licite puisqu'elle fournit un résultat satisfaisant mais démontrant aussi qu'elle ne permet sans doute que très difficilement la revascularisation du volet osseux. Il serait possible de ne pas détacher totalement un des côtés du volet, mais cette solution paraît peu pratique. Une alternative serait de passer par une voie tout à fait différente. J'étudie actuellement une telle possibilité à la suite de l'observation fortuite d'une tortue terrestre fracturée par une automobile et qui a dû subir l'extraction par le trait de fracture de trois oeufs dont deux brisés par le choc. Les premiers résultats sont très encourageants. (le 21.06.89).

BIBLIOGRAPHIE

Résumé de thèse

Marina ALCOBENDAS (1989) — Recherches sur le métabolisme phosphocalcique d'un reptile, *Vipera aspis*, au cours du cycle annuel et du cycle reproducteur. Thèse de Doctorat (institué par l'arrêté du 5 juillet 1984). Université Paris VII. 237 p.

Le squelette des vertébrés participe aux échanges minéraux survenant au sein de l'organisme et joue donc un rôle important dans la régulation du métabolisme phosphocalcique.

Les échanges minéraux nécessitent, au niveau du tissu osseux, la mise en oeuvre d'un ensemble de processus dynamiques groupés sous le terme général de remaniement osseux et qui se poursuivent tout au long de la vie des animaux. A l'heure actuelle, la majeure partie des études concernant le remaniement du tissu osseux ont été réalisées chez les mammifères. Pourtant, certains reptiles comme les squamates (à l'exclusion de quelques espèces de lézards, en particulier les gekkos et quelques iguanidés) sont également un matériel favorable à de telles études, dans la mesure où leur squelette constitue leur seul réservoir d'éléments minéraux.

La vipère aspic a donc été choisie comme modèle d'étude. En effet, l'absence de réservoir de calcium de type endolymphatique et la stabilité de son tissu osseux (il est en général peu remanié et reste en place tout au long de la vie de l'animal) font du squelette de la vipère un enregistreur potentiel des événements externes et internes subis par l'animal. De plus, l'élevage en captivité de la vipère aspic ne présente pas de difficulté et permet par conséquent de disposer toute l'année de vipères en bonnes conditions physiologiques. Enfin, les données déjà disponibles sur la biologie, la physiologie et l'écologie de ce serpent constituent une base solide pour tout nouveau travail concernant cette espèce.

L'étude de certains aspects du métabolisme phosphocalcique de la vipère, a débuté par la mesure de la calcémie et de la phosphatémie, lesquelles constituent *a priori* de bons témoins des échanges minéraux survenant dans l'organisme.

Le dosage de la calcémie et de la phosphatémie de *Vipera aspis* au cours de 2 cycles annuels consécutifs, et pour quelques femelles en reproduction, au cours d'un cycle reproducteur, montre que :

— La phosphatémie est plus élevée au cours de la période d'activité des vipères qu'au cours de l'hivernage.

— La calcémie présente plutôt la tendance inverse, avec des valeurs plus élevées en automne et en hiver, qu'au printemps et en été.

— Chez les femelles engagées dans un cycle de reproduction, celui-ci s'accompagne d'une hypercalcémie et d'une hyperphosphatémie simultanées, sans doute directement liées au déroulement de la vitellogénèse.

L'origine des éléments minéraux ainsi mis à la disposition de l'organisme chez *Vipera aspis* en dehors des périodes d'alimentation, a été recherchée (la

vipère aspic ne s'alimente pas pendant l'hivernage, il en est de même des femelles en reproduction pendant la plus grande partie de l'incubation). Nous avons montré que ces serpents ne possèdent pas de réservoir de calcium du type de ceux que l'on rencontre chez les amphibiens et chez certains lézards. De la sorte, seul le tissu osseux peut assurer la fourniture d'éléments minéraux au cours de l'hivernage et de la vitellogénèse (qui requiert un important apport minéral).

La remise en circulation d'une certaine quantité d'éléments minéraux du squelette de *Vipera aspis* ne peut survenir que par l'intermédiaire de certains processus de résorption et de déminéralisation osseuse.

Dans un premier temps, nous avons mesuré sur des microradiographies de sections transversales de côtes, de vertèbres, de frontaux et d'angulaires, les variations de porosité de ces éléments squelettiques (quantité de tissu osseux/surface totale de la section, mesurée par analyse d'image). Au cours du cycle annuel, seul l'angulaire présente une variation significative de porosité (diminution de celle-ci en été). La porosité des autres os ne varie pas ; on peut donc affirmer que la résorption ostéoclastique n'intervient pas en tant que processus de remise en circulation d'éléments minéraux au cours du cycle annuel.

Chez les vipères femelles en reproduction, sacrifiées au cours de l'incubation, la porosité de la vertèbre augmente significativement. Cette variation est interprétée comme une augmentation de la résorption ostéoclastique sans doute liée à la réalisation de la vitellogénèse et à l'origine, pour l'essentiel, des pics de calcémie et de phosphatémie observés chez les femelles en reproduction.

Dans un second temps, les variations de la minéralisation du tissu osseux de *Vipera aspis* ont été mesurées au moyen d'une technique alliant la microradiographie à la photodensitométrie. Cette technique permet de mesurer le degré de minéralisation du tissu osseux exprimé en gramme d'hydroxyapatite/cm³.

Le degré de minéralisation des côtes, des frontaux, du parasphénoïde et de l'angulaire ne varie pas au cours du cycle annuel. Au contraire, l'os vertébral présente des variations du degré de minéralisation caractérisées par une élévation progressive de celui-ci au printemps et en été puis, une baisse en automne qui se poursuit en hiver. Ces variations sont significatives. Elles peuvent être mises en relation avec le cycle annuel de la calcémie qui présente des valeurs plus élevées, quand le degré de minéralisation diminue en hiver, et plus basses, quand le degré de minéralisation augmente, comme en été. Une relation directe semble exister entre ces 2 paramètres et donc aussi entre les compartiments osseux et sanguin.

Chez les femelles sacrifiées au cours de l'incubation, soit quelques semaines après la vitellogénèse, l'os vertébral présente une baisse importante du degré de minéralisation. A l'opposé, les côtes et l'angulaire présentent une élévation du degré de minéralisation, beaucoup plus importante que celle observée chez les vipères non engagées dans un cycle de reproduction. Si l'on admet que la vitellogénèse s'accompagne d'une surcharge du milieu en éléments minéraux (hypercalcémie et hyperphosphatémie), l'ensemble du squelette peut, à ce moment, se surminéraliser. Puis, au cours de l'incubation, alors que les femelles ne s'alimentent pas, la vertèbre jouerait, comme en hiver, le rôle de réservoir d'éléments minéraux, en libérant peu à peu la surcharge minérale acquise lors de la vitellogénèse.

Les processus à l'origine de ces variations du degré de minéralisation sont de 2 types, la résorption périostéocytaire et la déminéralisation périlacunaire en halos. L'analyse histomorphométrique de microradiographies de sections transversales (de 15 μm) de côtes et de vertèbres a permis de mettre en évidence, en hiver, pour ces 2 os, un élargissement de la taille moyenne des lacunes

périostéocytaires, reflétant une ostéolyse périostéocytaire. En revanche, la présence de halos de déminéralisation périostéocytaires est observée uniquement dans l'os vertébral des vipères. Ces 2 phénomènes sont à l'origine de la baisse du degré de minéralisation survenant en hiver sur la vertèbre. Chez les femelles incubantes, on observe, sur le tissu osseux vertébral uniquement, une ostéolyse périostéocytaire et des halos de déminéralisation périostéocytaires. Dans ce cas également, ces 2 phénomènes sont à l'origine de la baisse du degré de minéralisation observée à cette époque.

Les 2 processus précédemment évoqués interviennent quand l'organisme, privé d'apport exogène en calcium, requiert les éléments minéraux nécessaires à son propre métabolisme phosphocalcique, en dehors de toute autre sollicitation. Au moment de la vitellogénèse, lorsque la demande est beaucoup plus importante, la résorption ostéoclastique vient renforcer ces processus.

Les variations de la calcémie, de la phosphatémie et de l'intensité des processus du remaniement osseux, sont soumises à un ensemble complexe de régulations encore mal connues dans le groupe des reptiles. On sait cependant que les glandes parathyroïdes et le corps ultimobranchial produisent les 2 hormones (parathormone et calcitonine) les plus directement impliquées dans les régulations du métabolisme phosphocalcique. L'étude de ces régulations a été abordée par le biais de l'histologie des glandes parathyroïdes et du corps ultimobranchial, au cours du cycle annuel.

Nous avons pu mettre en évidence un cycle annuel d'activité des parathyroïdes, apparemment lié à l'activité des animaux. Quand les vipères sont actives, les cellules des parathyroïdes s'organisent en cordons et la vascularisation se développe à l'intérieur de la glande. L'organisation est maximale en période de reproduction. A l'inverse, quand les vipères sont en hivernage, les parathyroïdes sont peu organisées et la vascularisation y est peu développée.

Nous avons établi la localisation du corps ultimobranchial de *Vipera aspis*, dans le thymus. Il y est complètement infiltré et se présente sous forme de follicules isolés. La glande semble légèrement plus développée en hiver qu'en période d'activité, mais le cycle, s'il existe, est beaucoup moins marqué que pour les glandes parathyroïdes.

En définitive, il ressort de cette étude que, pour la gestion des éléments minéraux, en dehors de tout apport exogène, il existe des relations directes entre les compartiments osseux et sanguins. De plus, les demandes en éléments minéraux de l'organisme mettent préférentiellement à contribution l'os vertébral. La libération d'éléments minéraux qui en résulte se répercute directement sur la calcémie.

L'os vertébral joue le rôle de réservoir d'éléments minéraux pour l'organisme de *Vipera aspis* et probablement de nombreux autres ophidiens. Il peut être sollicité par l'intermédiaire de trois processus dont l'intervention, simultanée ou non, est fonction de l'intensité des besoins de l'organisme.

A partir des seules variations histologiques des glandes *a priori* impliquées dans le métabolisme phosphocalcique de la vipère aspic, il est encore difficile d'entrevoir un modèle simple de régulation de ce métabolisme. Des études complémentaires et notamment des dosages hormonaux appropriés sont à envisager.

Résumé communiqué par l'auteur

M. ALCOBENDAS

Laboratoire d'Anatomie Comparée et U.A.CNRS n°041137

Université Paris VII. 2 Place Jussieu

75251 PARIS Cedex 05 (France)

Bulletin de la Société Herpétologique de France

3^{ème} trimestre 1989

n° 51

NOTES — VIE DE LA SOCIÉTÉ — INFORMATIONS

NOTES

- La vipère de Maurétanie (*Vipera mauritanica*) : technique d'élevage et données sur la reproduction en captivité
Daniel HEUCLIN..... 47
- Notes sur la reproduction en élevage d'épicrates (*Reptilia, Ophidia, Boidae*)
Claude DELPOUVE..... 53

INFORMATIONS - VIE DE LA SOCIÉTÉ

- Création des notices d'élevage
Patrick DAVID..... 54
- Exposition..... 55
- Liste des nouveaux membres..... 55
- Annonce..... 56

NOTES

La Vipère de Maurétanie (*Vipera mauritanica*) : technique d'élevage et données sur la reproduction en captivité

par

Daniel HEUCLIN

I. INTRODUCTION

La vipère de Maurétanie, *Vipera mauritanica* ⁽¹⁾, est répartie sur l'Afrique du Nord non saharienne, de l'extrême sud-ouest du Maroc (embouchure du Draa) à la Lybie, et de la côte méditerranéenne au pré-Sahara. Elle peuple les biotopes les plus variés à condition que ceux-ci lui fournissent un certain couvert végétal : forêts d'Eucalyptus ou de chênes-liège, "savane" à arganiers, éboulis rocheux, steppes buissonnantes, haies et tas de pierres des zones cultivées. Elle s'élève, en montagne, jusqu'à deux mille mètres (Saint Girons, 1956 ; Schweizer, 1956 ; Kramer et Schnurrenberger, 1959).

Les animaux qui sont à l'origine de la souche que j'éleve proviennent tous du sud-ouest marocain. Dans la région d'Ait-Melloul et dans celle de l'oued Massa, cette vipère est fréquente dans les haies de figuiers de Barbarie ou de branchages d'arganiers. Plus ou sud, entre Goulimine et Tan-Tan, on ne la trouve plus que dans les lits d'oueds où subsistent quelques buissons. Dans les deux régions, sa retraite est presque toujours constituée de terriers de rongeurs à galeries et à ouvertures multiples.

La vipère de Maurétanie est diurne au printemps, au sortir de l'hibernation (en mars le plus souvent, quelquefois pas avant avril, même dans la région de Goulimine). Elle se déplace peu à cette époque, chassant alors à l'affût.

Lorsqu'arrive la période chaude, elle devient crépusculaire ou même franchement nocturne (individu capturé deux heures trente après le coucher du soleil) et chasse alors en maraude. Les déplacements sont plus étendus et la vipère peut changer de terrier d'un jour à l'autre. A cette époque, elle grimpe volontiers sur les arganiers et y passe même la nuit.

Manuscrit accepté le 25 juillet 1989.

(1) Rapportée auparavant à l'espèce *Vipera lebetina*, cette forme a été élevée au rang d'espèce (Kramer et Schnurrenberger, 1963). La description récente d'une nouvelle sous-espèce *Vipera lebetina transmediterranea* d'Algérie semble confirmer la validité de l'espèce *V. mauritanica*.

Son régime paraît composé essentiellement de proies homéothermes, rongeurs (gerbilles, mériones, écureuils terrestres, etc...) mais aussi, et semble-t-il fréquemment, d'oiseaux.

La taille de la majorité des adultes s'échelonne de 100 à 130 centimètres, les individus dépassant 140 centimètres sont rares dans la nature. Je possède un mâle de 165 centimètres, capturé adulte, en 1979, à une taille peu inférieure à celle qu'il a maintenant. On connaît au moins un individu, grandi en captivité, de plus de 180 centimètres. Dans le sud-ouest marocain, les mâles sont, en moyenne, plus grands que les femelles ; leur coloration est plus contrastée, bande en zig-zag brun foncé, presque noir, sur fond gris clair ; les femelles ont plus fréquemment un dessin marron clair sur fond couleur sable plus ou moins orangé ou rosé.

II. INSTALLATION ET ENTRETIEN

Deux modèles de terrariums ont été utilisés pour loger les adultes. L'un est construit en contreplaqué de 19 mm, de 100x80x80 cm avec un compartiment de chauffage au sol (environ 1/5 de la surface) et un compartiment "abri" (d'environ 1/4 de surface) (Heuclin, 1979). L'autre modèle est en verre collé de 100x40x40 cm, à ouverture frontale par deux vitres coulissantes, chauffé par une lampe à incandescence normale (25 à 60 watts selon la température ambiante de la pièce). Les terrariums étant superposés, chacun est également chauffé par la lampe du terrarium inférieur. Les ampoules sont protégées par un cylindre de grillage métallique (maille carrée de 6 mm).

J'ai jadis utilisé des fonds de sable que j'ai ensuite complètement abandonnés pour des raisons d'hygiène. J'utilise maintenant du papier journal en 3 ou 4 épaisseurs. Il est changé dès qu'il est souillé.

Dans l'un ou l'autre de ces types de terrariums, l'endroit le plus chaud, situé à un angle, est compris, en fonction de la température de la pièce et de la puissance des lampes utilisées, entre 30 et 40°C. Un gradient thermique est ainsi ménagé de l'angle le plus chaud à l'autre extrémité qui se trouve à la température ambiante, permettant aux animaux de trouver à chaque instant du jour la température qu'ils préfèrent. Un "refuge" sous forme de boîte ou de tube (PVC par exemple) joue un rôle sécurisant pour les animaux pris dans la nature ; pour ceux qui ont passé quelques années en captivité ou qui y sont nés, la boîte-refuge n'est absolument pas nécessaire.

Lors du nettoyage des terrariums, qu'il est plus facile de faire le matin, les animaux étant alors plus calmes, ceux-ci sont prélevés au crochet, déposés dans un container en matière plastique suffisamment profond. Le papier journal est changé et les terrariums sont passés à l'éponge javellisée.

Les vipères boivent mais à des intervalles relativement espacés et il n'est pas nécessaire de laisser à demeure le récipient d'eau.

Comme pour la plupart des serpents, une atmosphère sèche risque de compromettre la mue ; des pulvérisations journalières ou l'humidification du substrat dans les jours qui précèdent la facilitent grandement.

III. NOURRITURE

Les animaux sont nourris de souris, rats ou poussins. Nous adaptons la fréquence des repas à la taille des proies proposées et à la température. Nous tuons généralement les proies avant de les donner, tant pour des raisons

"humanitaires" que pour éviter, dans le cas où il s'agit de rats, que ceux-ci ne puissent mordre les serpents. Lorsque les proies sont de grosse taille, nous les présentons, au bout de pinces, aux serpents afin qu'ils les enveniment.

Des proies décongelées sont également acceptées sans problème. Cependant, les animaux récemment capturés ne "démarront" généralement bien qu'avec des proies vivantes (souris ou poussins).

Dans nos conditions d'élevage, nous n'avons pas remarqué de différences dans l'alimentation des mâles et des femelles ; sauf lors de la période qui précède la mue, nous n'avons jamais observé de refus de nourriture par des animaux convenablement chauffés, pas plus par les mâles au sortir de l'hibernation que par les femelles gestantes qui s'alimentent même dans les heures qui précèdent la ponte.

IV. CYCLE

Nous faisons hiberner les adultes pendant deux à trois mois chaque hiver (approximativement de fin décembre à mars). Pour cela, nous les laissons jeûner deux à trois semaines afin qu'ils vident totalement leur tube digestif. Puis chauffage et éclairage individuels des terrariums sont coupés, les animaux étant encore soumis aux variations de lumière et de température de la pièce et ce, pendant une à deux semaines.

Alors seulement, les animaux sont installés, sexes séparés, dans des caisses de bois ou de polystyrène à aération réduite. Le substrat est constitué de cartons ou de journaux qui sont humidifiés à des intervalles suffisants pour qu'ils sèchent entre-temps. Je ne suis pas partisan, pour cet usage, de la mousse ou des sphagnes qui pourrissent assez rapidement à l'obscurité dans une atmosphère humide.

Le risque majeur pendant l'hibernation est la déshydratation de l'animal, qui, en deçà d'une certaine température, n'est plus capable de se mouvoir pour aller boire. Il est donc important de maintenir une atmosphère suffisamment humide pour limiter les pertes d'eau, mais sans excès afin de ne pas provoquer de fermentation ou de développement bactérien, ceux-ci se produisant plus difficilement si on laisse sécher le substrat entre deux humidifications. Un récipient stable contenant un peu d'eau est laissé dans la caisse ; il arrive en effet que les vipères aillent boire, s'il se produit un relèvement de température de quelques degrés, lors d'un redoux. Elles se déplacent d'ailleurs spontanément tant que la température n'est pas inférieure à environ 5°C.

Les caisses sont stockées (hors gel, bien sûr) dans un garage peu éclairé où la température varie avec celle de l'extérieur, mais de façon "amortie" (entre 2-3°C et 15-16°C).

La température d'hibernation me paraît peu importante tant qu'elle reste, naturellement, supérieure au minimum léthal (qui doit être peu supérieur à 0°C), sans atteindre évidemment une température normale d'activité. J'ai obtenu la première reproduction sans hibernation réelle, en laissant les animaux dans leur terrarium dont le chauffage et l'éclairage étaient coupés, dans une pièce non chauffée (entre 10° et 20°C) ; leur activité, dans ce cas, est évidemment très faible mais non nulle, les animaux quittant quelquefois leur refuge pour quelques heures.

Il est probable que l'obscurité (ou la presque-obscurité) qui règne dans les caisses ou les terrariums pendant l'hibernation joue un rôle aussi important que la baisse de température.

Au printemps, les animaux refont les étapes de mise en hibernation en sens inverse, mais de façon beaucoup plus rapide. Mâles et femelles étant encore séparés, la durée d'éclairement est passée, en quelques jours, de huit heures à douze heures par jour. Les animaux sont à nouveau alimentés, le premier repas étant constitué d'une proie de petite taille (souris), afin de vérifier sans risque que tout se passe bien au niveau de la digestion.

La durée d'éclairement est ensuite progressivement augmentée jusqu'à 16-18 heures par jour dans le mois qui suit. Les vipères sont alors particulièrement motivées par la nourriture, des comportements de compétition étant alors fréquemment observés, et, à cette époque seulement, chez les mâles lors des repas.

Les animaux sont alors redistribués par couples dans les terrariums. Les préliminaires sexuels ont lieu immédiatement (en 1988, j'ai redistribué les couples le 18/4, l'un s'est accouplé dans l'heure qui a suivi, l'autre deux jours plus tard).

En septembre, la durée d'éclairement est ramenée à douze heures, et à huit heures de novembre à la mise en hibernation.

V. PONTE

Après l'accouplement, les femelles sont nourries avec parcimonie. Dans les terrariums sont installés, suffisamment longtemps avant la ponte afin que les bêtes s'y habituent, des "pondeurs" constitués de cuvettes en matière plastique (environ 30x30 cm) remplies de sphaignes, préalablement séchées, puis réhumidifiées. Les pondeurs sont disposés de telle façon que leur contenu soit à une température de 28-30°C. Les femelles ont tendance à y séjourner de plus en plus longtemps au fur et à mesure qu'approche le moment de la ponte. Les pontes ont lieu, dans mes conditions d'élevage, de 65 à 70 jours après l'accouplement. Elles commencent en milieu de journée et durent jusqu'au soir (une dizaine d'heures). Une fois, une femelle (qui avait été dérangée) a interrompu son ponte ; les deux derniers oeufs ont été déposés dans le même pondeur le lendemain dans l'après-midi. Les pontes furent de 13 oeufs pour ma première femelle (capturée adulte) et de 13, 20 et 21 oeufs pour des femelles nées chez moi.

Dès que la ponte est terminée, le pondeur est retiré et les oeufs prélevés. Ils sont aussitôt "lavés" à l'eau tiède pour les débarrasser des impuretés qui y adhèrent. Beaucoup sont agglomérés en paquets plus ou moins importants, ils sont alors séparés les uns des autres sous l'eau et avec précaution. Le fait qu'ils puissent être retournés sur eux-mêmes immédiatement après la ponte n'a pas d'incidence sur leur développement ultérieur. Ils sont disposés ensuite, par groupes de quelques-uns, dans des boîtes en matière plastique fermant hermétiquement (type "Tupperware" ou, plus économique, boîte à glace industrielle de 1 ou 2 litres).

J'ai essayé plusieurs substrats d'incubation (sphaignes, papier alimentaire type "Sopalin"), le plus pratique me semble maintenant être la vermiculite ⁽¹⁾, c'est en tout cas celui qui demande le moins de surveillance par le "volant de sécurité" qu'il représente au niveau de l'humidité.

La vermiculite est stérilisée au four puis additionnée d'environ 80% de son volume en eau bouillie. Les boîtes, propres, en sont emplies au tiers de leur hauteur. Des petites dépressions sont aménagées dans lesquelles sont logés les oeufs qui affleurent à la moitié de leur petit diamètre. Leur pôle supérieur est

(1) paillettes de mica expansé "Vermex".

repéré par une marque au stylo-feutre. Les boîtes sont ensuite hermétiquement fermées. Une inspection tous les deux ou trois jours suffit par la suite à renouveler l'air.

Les oeufs de chacune des pontes de l'année 1988 ont été répartis en trois groupes ; l'un a été installé à une température quasi-constante de 29-30°C, le deuxième dans une enceinte d'élevage de grillons où la température a varié (sur toute la durée de l'incubation) de 25° à 35°C, le troisième, enfin, a été installé dans une salle d'élevage de reptiles où la température a varié de 22° à 36°C.

Dans le premier lot, les éclosions sont intervenues de 34 à 40 jours après la ponte, dans le deuxième lot, de 42 à 44 jours et dans le troisième lot, de 45 à 56 jours. Les nouveaux nés pèsent entre 11 et 14 grammes ; nous n'avons relevé aucune différences significatives dans la sex-ratio des différents lots.

Durant l'incubation, les oeufs, qui pèsent à l'éclosion de 16 à 25 grammes, perdent de 10 à 20% de leur poids et diminuent de volume, ce qui leur donne un aspect "frippé". Les éclosions s'échelonnent sur 5 à 10 jours, les nouveau-nés mettant quelques heures, jusqu'à 24, pour sortir de l'oeuf.

V. ELEVAGE DES JEUNES

Les nouveau-nés sont installés, isolément ou par petits groupes, dans des terrariums de petite taille en bois ou en verre, chauffés soit par une lampe à incandescence (7, 15 ou 25 watts), soit par un cordon chauffant disposé sous le fond, sur 1/3 environ de sa surface

Le substrat est composé de plusieurs épaisseurs de papier journal, fréquemment humidifié les premiers jours, pour faciliter la première mue, et, plus tard, dans les jours qui précèdent les mues ultérieures. Dans une atmosphère trop sèche, les jeunes "bloquent" facilement leur mue et refusent alors de s'alimenter. La nourriture consiste en souriceaux nouveau-nés présentés au bout de pinces et dans lesquels on fait mordre les vipéreaux. Dans le cas où plusieurs vipéreaux partagent la même cage, il faut constamment les surveiller pendant la prise de nourriture et retirer provisoirement ceux qui viennent de manger pour permettre aux plus "timides" de s'alimenter également.

J'attends toujours que les vipéreaux aient vidé leur tube digestif pour les alimenter à nouveau, soit 3 à 6 jours selon la température. Les animaux ont accès à un récipient d'eau souvent renouvelée.

La croissance des jeunes est lente, relativement à celle d'autres espèces du genre *Vipera* (*V. ammodytes*, *V. xanthina*, *V. russelli*, *V. latasti*) qui, en captivité, sont sexuellement matures dans leur deuxième année. Mes femelles ont pondu pour la première fois dans leur quatrième et dans leur cinquième année.

VI. CONCLUSION

La réputation qu'a fréquemment la vipère de Maurétanie d'être un animal "à problèmes" a certainement pour origine la mise en captivité d'individus capturés plus ou moins "violemment" ou achetés décrochetés à des charmeurs de serpents. En effet, qu'ils soient surpris à la surface du sol ou recherchés au fond d'un terrier, les animaux réagissent immédiatement avec une rare violence, ce qui oblige à une capture "en force", la bête vrillant immédiatement si son corps n'est pas maintenu en même temps que la tête est saisie. D'éventuelles lésions dans la région cervicale et le stress, consécutifs à la capture, font que les animaux

"démarrant" mal ; quant aux animaux des charmeurs de serpents, l'arrachage des crochets et le stockage dans des caisses ou des sacs sales par où sont déjà passés de nombreux serpents font qu'ils ont toutes les chances de développer une infection mortelle au cours des premiers mois de la captivité.

Ces problèmes ne se posent évidemment pas avec des animaux nés en captivité. Il convient cependant de se méfier de tels animaux qui frappent (et sans avertissement !) tout ce qui ressemble (même d'assez loin) à une proie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALOZET, L. (1957) — La vipère lébétine et son venin. *Arch. inst. Pasteur Algérie*, 35 : 220-295.
- HEUCLIN, D. (1979) — Description de terrariums extérieurs et intérieurs. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 10 : 18-21.
- KRAMER, E. et SCHNURRENBERGER, H. (1959) — Zur Systematik Libyscher Schlangen. *Mitl. Naturforsch. Gesellschaft Bern*, 17 : 1-8.
- KRAMER, E. et SCHNURRENBERGER, H. (1963) — Systematik, Verbreitung und Ökologie des Lybischen Schlangen. *Rev. suisse de Zool.* 70 : 453-568.
- REYMOND, A. (1956) — Contribution à l'étude de l'action du venin de *Vipera lebetina* (Linné). *Travaux de l'institut scientifique chérifien*, pp.112.
- SAINT GIRONS, H. (1956) — Les serpents du Maroc. *Var. Sci. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, pp.29.
- SCHWEIZER, H. (1956) — Die Levante-otter von Nordwest-Africa, *Vipera lebetina mauritanica*. *Datz*, 9(7) : 190-192.

Daniel HEUCLIN
La Morcière
86700 COUHÉ VÉRAC (France).

Notes sur la reproduction en élevage d'*Epicrates* (*Reptilia, Ophidia, Boïdae*)

par

Claude DELPOUVE

Le 28 avril 1985, une femelle *Epicrates maurus* (en captivité depuis 10 ans), qui s'était accouplée six mois auparavant avec un *Epicrates cenchria cenchria* de couleur rouge (4 ans de captivité), a donné naissance à 12 jeunes, lesquels sont des hybrides si l'on admet la proposition de J.P. Chippaux (1987) d'élever *Epicrates maurus* au rang d'espèce (1).

Le 13 juin 1988, à 7h30, j'ai vu un mâle et une femelle de cette portée (âgés donc de 3 ans) accouplés ; ils se sont séparés vers vingt heures.

La femelle a refusé toute nourriture à partir du 13 octobre et a mué le 14 novembre.

Le 23 décembre 1988, de bonne heure le matin, j'ai découvert dans le terrarium, 9 jeunes mesurant en moyenne 40 cm et pesant de 29 à 32 g, ce qui mettait en évidence l'interfécondité des hybrides *E. cenchria x E. maurus*.

Les jeunes muèrent le 11ème ou le 12ème jour après la naissance ; cinq d'entre eux ont accepté un souriceau de quinze jours aussitôt après la mue ; deux autres attendirent trois semaines ; les derniers mangèrent deux souriceaux après deux mois de jeûne.

On ne peut que décrire généralement ces jeunes *Epicrates* : ils sont tous différents !

Sur le dos, des taches beige clair plus ou moins circulaires sont cernées de noir. Sur les flancs, des ocelles noirs sont bordés d'un croissant couleur ivoire, cerné lui-même d'un arc de cercle noir.

Quant à la couleur, deux bébés étaient, à leur naissance, beaucoup plus clairs que les autres ; ils le sont encore.

Le caractère rouge de l'*Epicrates cenchria cenchria* cité en début d'article, va-t-il sortir franchement dans cette portée ? Il me faudra attendre quelque temps pour le savoir !

Les conditions de température et d'hygrométrie sont les suivantes :

- température diurne : 26 à 28° ;
- température nocturne : 20 à 22° ;
- hygrométrie : 70 à 80%.

Claude DELPOUVE
1 rue Léon Blum
28500 LURAY

(1) Chippaux, J.P. (1989) — Les serpents de la Guyane Française. Ed. de l'O.R.S.T.O.M. Faune Tropicale XXVII - 165 p.

INFORMATIONS - VIE DE LA SOCIÉTÉ

• Création des notices d'élevage

Avec le présent numéro du Bulletin, la S.H.F. inaugure une série de "notices d'élevage" qui seront publiées comme supplément au Bulletin de la S.H.F.

Ces notices présenteront pour une espèce, ou un genre, d'une part un résumé du mode de vie dans la nature, et surtout une synthèse des conditions considérées comme nécessaires pour en réussir l'élevage.

La particularité de ces notices sera d'être rédigée grâce à l'expérience personnelle de l'auteur, mais principalement à partir de la littérature. En effet la Commission de Terrariophilie a souhaité que ces notices (auparavant appelées "fiches de synthèse") soient de véritables guides pour l'élevage de l'espèce traitée. Cela nécessite de tenir compte des différentes conditions pouvant avoir été rapportées dans les articles publiés sur cette espèce, à titre de comparaison, et implique une recherche bibliographique.

Les notices d'élevage ne doivent pas comporter plus de deux pages recto-verso, et sont à rédiger selon le modèle indiqué ci-dessous, défini par la Commission de Terrariophilie.

TITRE

SYSTÉMATIQUE

DESCRIPTION DE L'ESPÈCE (OU DU GENRE)

RÉPARTITION

BIOLOGIE DANS LA NATURE

Biotope et conditions écologiques

Alimentation

Cycle annuel

ELEVAGE

Installation

Conditions écologiques (température, hygrométrie, lumière...)

Nourriture et compléments

REPRODUCTION

Nombre d'oeufs/larves/juvéniles

Elevage des juvéniles

PROBLÈMES (MALADIES-CARENCES)

CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

NOM ET ADRESSE DE L'AUTEUR

Toutes les notices seront présentées suivant ce modèle.

Avant publication elles seront lues par les responsables de la Commission de Terrariophilie, une ou plusieurs personnes jugées compétentes et enfin par le Comité de lecture du Bulletin. Les parutions seront irrégulières et les titres des notices disponibles seront indiqués dans le Bulletin.

Le succès de cette nouvelle formule, qui devrait intéresser l'ensemble des terrariophiles, dépend uniquement de la participation des membres de notre société.

Les notices d'élevage soumises pour publication sont à adresser à :
Patrick DAVID, 14 rue de la Somme, 94230 CACHAN.

Les membres et en particulier les nouveaux adhérents pourront obtenir les numéros parus en envoyant à cette même adresse une enveloppe libellée et affranchie.

P. DAVID

• Exposition

"LE GECKO, REPTILE FAMILIER"

Cette exposition qui comporte de nombreux panneaux, vitrines, terrariums et montages audiovisuels sur les Geckos (espèces fossiles, *Eublepharis*, *Tokay*, *Tarentola mauritanica*, *Paroedura pictus*...).

aura lieu du 13 novembre au 22 décembre 1989 à :

la Bibliothèque Saint-Charles. Université de Provence, Place Victor Hugo, 13003 MARSEILLE (Métro St. Charles). Tél. : 91.62.44.16.

Un fascicule sera mis en vente sur demande ou par correspondance avec plan et commentaire sur l'exposition suivis d'une bibliographie très détaillée sur les Geckos. Une bibliothèque regroupera sur place les principaux livres sur les reptiles et sauriens du fonds de la bibliothèque Saint Charles.

• Liste des nouveaux membres

1. Membres admis à la réunion du conseil du 21 janvier 1989 à Paris

MM. AUZÉBY Patrick (94), BARLOY Jean-Jacques (75), BOMPAS Thibault (86), BURGAT Jean-Marc (25), CARETTE Didier (Belg.), DEHONDT François (92), DESTOUCHES Hugues (85), FAUCHÉ Emmanuel (49), FOURTHOU François (33), GAUTIER Jacky (44), GAY Pierre (49), GENESTRE Stéphane (93), GIRONDOT Marc (95), HUBERT Jean-Claude (Belg.), JOORIS Robert (Belg.), LEFEVRE Jean-François (60), MAILLET François (95), PAYSANT Franck (35), PIEROTTI Jacques (33), Mlle RAYNAL Hélène (94), TEMMERMANS Wim (01 et 26), THIRY Robert (54), TUDESQUE Loïc (63).

2. Membres admis à la réunion du conseil du 17 mars 1989 à Paris

MM. TERRIEN Damien (49), CHIMINELLO Alessandro (Italie), FABRE Laurent (34), OTT Hubert (68), COT Didier (94), GATTOLIN Bruno (69).

3. Membres admis à la réunion du conseil du 27 mai 1989 à Paris

MM. LEPARRE Daniel (35), VERMOT Michel (Suisse), COLOMB Sylvain (34), CERUTTI Pierre-Louis (Suisse), HERGUETA Stéphane (75).

• **Annonce**

**Vous souhaitez que vos animaux soient heureux
et en bonne santé ?**

Apportez leur de l'exercice physique et une alimentation vivante, riche en éléments nutritifs. Nourrissez-les avec des :

GRILLONS VIVANTS

La chasse aux grillons sera très bénéfique à l'état général de votre élevage.

VOS ANIMAUX EN RAFFOLERONT.

Nous élevons et sélectionnons pour vous, les grillons de la taille que vous désirez. Directement du producteur au consommateur, nos prix défont toute concurrence. Livraison à domicile.

Commandez dès maintenant vos grillons à :

SOPAL

Môle 1. Port Est
59140 DUNKERQUE
Tél. 28.66.08.54

SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

Association fondée en 1971
agrée par le Ministère de l'Environnement le 23 février 1978

Siège Social

Université de Paris VII, Laboratoire d'Anatomie comparée
2 Place Jussieu - 75251 PARIS Cedex 05

Secrétariat

Jean-Marc FRANCAZ, U.F.R. Sciences, B.P. 6759 - 45067 ORLÉANS Cedex 2

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président : Robert GUYÉTANT, Université de Besançon, Faculté des Sciences - 25030 BESANÇON Cedex

Vice-Présidents : Gilbert MATZ, Université d'Angers, Faculté des Sciences - 49045 ANGERS Cedex
Daniel TROMBETTA, 94 Grande Rue - 94130 NOGENT-SUR-MARNE

Secrétaire général : Jean-Marc FRANCAZ, U.F.R. Sciences, B.P. 6759 - 45067 ORLÉANS Cedex 2

Secrétaire adjoint : Patrick DAVID, 14 Rue de la Somme - 94230 CACHAN

Trésorier : Michel LEMIRE, Laboratoire d'Anatomie Comparée - Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue Buffon
75231 PARIS Cedex 05

Trésorier adjoint : Bernard EMLINGER, 9 rue de l'Eglise, Sancy les Meaux - 77580 CRECY-LA-CHAPELLE

Autres membres du conseil : Jean-Paul BELLOY, Jean-Marie EXBRAYAT, Bernard LE GARFF

Membres d'Honneur : Guy NAULLEAU et Gilbert MATZ

ADMISSIONS

Les admissions à la S.H.F. sont décidées par le Conseil d'Administration sur proposition de deux membres de la Société (art.3 des Statuts). N'envoyez votre cotisation au secrétaire général qu'après avoir reçu l'avis d'admission du conseil.

COTISATIONS 1989

Tarifs:	Taux annuel		bulletin	=	Total
— adhérents de moins de 20 ans	20	+	50	=	70 F
— adhérents de plus de 20 ans	55	+	50	=	105 F
— bienfaiteurs: minimum				=	200 F
— membre conjoint				=	55 F

Abonnements : Europe: 120 F Hors Europe: 130 F

CLUB JUNIOR

Adhésion + Abonnement au journal (La muraille vivante)	= 35 F
Abonnement au Bulletin de la SHF (facultatif)	= 50 F
Total	85 F

Modalités de règlement :

- Chèque postal: à l'ordre de la SHF, CCP 3796-24 R Paris. Envoi direct à notre Centre de chèques. Cette modalité est très recommandée aux étrangers qui, en ce cas, doivent envoyer leur chèque postal en France par l'intermédiaire de leur centre de chèques (faire indiquer le nom de l'expéditeur).
- Chèque bancaire à l'ordre de la SHF, ou mandat postal au nom de la SHF. Envoi direct au secrétaire général (adresse ci-dessus).
- Nous rappelons que les dons ou cotisations de soutien sont les bienvenus.

Changement d'adresse :

N'omettez pas de signaler sans retard au secrétariat tout changement d'adresse.

BIBLIOTHÈQUE

Les périodiques obtenus par la S.H.F. en échange avec les autres sociétés (liste publiée dans le bulletin) ainsi qu'une bibliothèque de tirés-à-part sont regroupés au Laboratoire de Biologie animale, Faculté des Sciences, 2 Bld Lavoisier - 49045 Angers Cedex. Les articles de ces périodiques peuvent être consultés sur demande adressée à G. MATZ. En outre, nous demandons aux auteurs d'envoyer leurs travaux récents en 2 exemplaires à cette bibliothèque.

SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

Association fondée en 1971
agrée par le Ministre de l'Environnement le 23 février 1978

Siège Social

Université de Paris VII, Laboratoire d'Anatomie comparée
2 Place Jussieu - 75251 PARIS Cedex 05

Secrétariat

Jean-Marc FRANCAZ, U.F.R. Sciences, B.P. 6759 - 45067 ORLÉANS Cedex 2

ADRESSES UTILES

Directeur de la publication : R. GUYÉTANT, Université de Besançon, Faculté des Sciences - 25030 BESANÇON Cedex

Responsable de la rédaction : R. VERNET, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire d'Ecologie - 46, rue d'Ulm - 75230 PARIS Cedex 05

Responsable enquête de répartition (Amphibiens) : R. GUYÉTANT (adresse ci-dessus)

Responsable enquête de répartition (Reptiles) : J. CASTANET, Université de Paris VII, Laboratoire d'Anatomie comparée, 2 place Jussieu - 75251 PARIS Cedex 05

Responsable de la commission de protection : M. DUMONT, Services Techniques, CNRS - 91190 GIF-SUR-YVETTE

Responsable de la commission d'ethnoherpétologie et histoire de l'herpétologie : L. BODSON, rue Bois-l'Evêque, 33 - B 4000 LIÈGE, Belgique

Responsable de la commission de terrariophilie : A. DAVID, 14 rue de la Somme - 94230 CACHAN

Responsable de la circulaire d'annonces : P. DAVID (adresse ci-dessus)

Responsable des Archives et de la Bibliothèque : G. MATZ, Université d'Angers, Laboratoire de Biologie animale, 2 Bld Lavoisier - 49045 ANGERS Cedex

Responsable section parisienne : D. TROMBETTA, 94 Grande Rue - 94130 NOGENT-SUR-MARNE

Responsable de la photothèque SHF : D. HEUCLIN, La Morcière - Vaux en Couhé - 86700 COUHÉ-VÉRAC

Responsable du groupe audio-visuel : J. COATMEUR, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Botanique, 46 rue d'Ulm - 75230 PARIS Cedex 05

Responsables du Club Junior SHF: F. CLARO et F. RIMBLOT, Laboratoire Amphibiens-Reptiles, Muséum national d'Histoire Naturelle, 25 rue Cuvier - 75005 PARIS

Dessin de couverture: Philippe GENIEZ
Podarcis hispanica cebennensis