

Bulletin de la Société Herpétologique de France

4^{ème} trimestre 1992

n° 64



ISSN 0754-9962

Bull. Soc. Herp. Fr., (1992) 64

Bulletin de la Société Herpétologique de France

Directeur de Publication / Editor:
Roland VERNET

Comité de Rédaction / Managing Co-Editors:
Michel LEMIRE, Jean LESCURE,
Claude PIEAU, Jean-Claude RAGE, Jeff TIMMEL (Index)

Secrétariat de Rédaction / Secretaries :
Sophie BERLAND (Index),
Valérie RAAD et Yannick VASSE (Bulletin)

Comité de lecture / Advisory Editorial Board:
Robert BARBAULT (Paris, France); Aaron M. BAUER (Villanova, Pennsylvania);
Liliane BODSON (Liège, Belgique); Donald BRADSHAW (Perth, Australie);
Maria Helena CAETANO (Lisbonne, Portugal); Max GOYFFON (Grenoble, France);
Robert GUYETANT (Chambéry, France); Ulrich JOGER (Darmstadt, Allemagne);
Michael R.K. LAMBERT (Chatham, Angleterre)
Benedetto LANZA (Florence, Italie); Raymond LECLAIR (Trois-Rivières, Canada);
Guy NAULLEAU (Chizé, France); Saïd NOUIRA (Tunis, Tunisie);
V. PEREZ-MELLADO (Salamanque, Espagne); Armand DE RICQLÈS (Paris, France);
Zbynek ROCEK (Prague, Tchécoslovaquie); Hubert SAINT-GIRONS (Paris, France).

Instructions aux auteurs / Instructions to authors

Des 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. Tous renseignements auprès du Trésorier.

La rédaction n'est pas responsable des textes et illustrations publiées 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'Écologie, École Normale Supérieure
46 rue d'Ulm - 75230 PARIS CEDEX 05
Fax : (1) 44 32 38 85
Tél : (1) 44 32 37 04

Directeur de la publication:
Roland VERNET
N° commission paritaire 59374
Imprimeur : S.A.I Biarritz
18, rue de Folin, 64200 BIARRITZ
Dépôt légal : 2^{ème} trimestre 1994

Bulletin de la Société Herpétologique de France

4^{ème} trimestre 1992

n° 64

SOMMAIRE

- * **Les Amphibiens du pourtour méditerranéen**
Jean Lescure..... 1
- * **Caractères biogéographiques des faunes méditerranéennes de Reptiles**
Hubert SAINT GIRONS..... 15
- * **Activité et température corporelle automnales et hivernales chez la couleuvre d'Esculape *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) dans le Centre Ouest de la France**
Guy NAULLEAU..... 21
- * **Reproduction et organes endocrines chez les femelles d'un Amphibien Gymnophione vivipare *Typhlonectes compressicaudus***
Jean-Marie EXBRAYAT..... 37
- * **Utilisation de «puces» pour le marquage des Reptiles**
Jean-Marc PÉRICARD et Jean-Jacques BOISARD..... 51

CONTENTS

- * **Amphibians bordering the Mediterranean Sea**
Jean LESCURE..... 1
- * **Biogeographical aspects of the Mediterranean reptile fauna**
Hubert SAINT GIRONS..... 15
- * **Activity and body temperature in autumn and winter of the Aesculapian snake *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) in central western France**
Guy NAULLEAU..... 21

- * **Reproduction and the endocrine glands in females of the viviparous caecilian, *Typhlonectes compressicaudus***
Jean-Marie EXBRAYAT..... 37
- * **Use of microchip implants for marking reptiles**
Jean-Marc PÉRICARD and Jean-Jacques BOISARD..... 51

LES AMPHIBIENS DU POURTOUR MÉDITERRANÉEN

par

Jean LESCURE

Résumé - Il y a plus d'Amphibiens au nord qu'au sud de la Méditerranée mais on observe peu de différences entre les sous-secteurs du nord. On compte respectivement 28, 25 et 30 espèces d'Amphibiens dans les secteurs occidental, intermédiaire et oriental mais il y en a 20, 25 et 27 au nord et 13, 2 et 4 au sud. 7, dont 1 disparue, sont présentes au Proche-Orient. L'Italie paraît plus peuplée en Amphibiens que ses voisins.

Aucune espèce ne fait le tour de la Méditerranée. *Rana ridibunda* paraît avoir la plus grande amplitude géographique mais c'est un complexe d'espèces avec *Rana perezi* à l'ouest, la *Rana ridibunda* des auteurs, en Italie et dans la péninsule balkanique, et une forme orientale qui pourrait s'appeler *Rana bedriagae* (selon Dubois, 1992), en Turquie, Proche-Orient et Egypte. Les autres espèces les plus réparties autour de la Méditerranée sont: *Bufo viridis*, *Salamandra salamandra*, *Bufo bufo* et *Rana dalmatina*.

Tous les Amphibiens circumméditerranéens sont d'origine nordeurasiatique, exceptés *Bufo regularis* et *Ptychadena mascareniensis*, provenant d'Afrique tropicale et arrivés en Egypte par la bande éthiopienne de la vallée du Nil.

Mots-clés : Amphibiens. Méditerranée. Biogéographie.

Summary - There are more amphibians bordering the Mediterranean Basin in the north than in the south; differences between subzones in the north are small. Amphibian species total respectively 28, 25, and 30 in the western, central and eastern zones; 20, 25 and 27 in the north, and 13, 2 and 4 in the south. There are seven species (one now disappeared) in the Near East. Italy appears to have more amphibians than its neighbours.

No species is completely circum-Mediterranean. *Rana ridibunda* seems to have the greatest range, but it forms a species complex with *Rana perezi* in the west, with *Rana ridibunda* (*sensu auctorum*) in Italy and the Balkan peninsular, and with an eastern form, given the name of *Rana bedriagae* (Dubois, 1992), in Turkey, the Near East and Egypt. The next most Mediterranean-distributed species are *Bufo viridis*, *Salamandra salamandra*, *Bufo bufo* and *Rana dalmatina*.

All of the circum-Mediterranean amphibians are of north Eurasiatic origin, except *Bufo regularis* and *Ptychadena mascareniensis*, which come from tropical Africa and via the Ethiopian zone have reached Egypt through the Nile Valley.

Key-words : Amphibians. Mediterranean Region. Biogeography.

I. INTRODUCTION

Pour le commun des mortels, région et climat méditerranéens paraissent des notions évidentes mais si on veut être plus précis, on s'aperçoit qu'il n'y a pas d'unanimité sur leurs définitions et leurs limites cartographiques. Ces notions ne sont pas perçues de la même manière par les géographes, les climatologues et les biogéographes. Certes, le cadre géographique est relativement simple à définir: une mer pratiquement fermée de 4.000 km de long sur 1000 km de large, bordée par des régions relevant de trois continents, dont les bras tendus vers les voisins suggèrent cependant des possibilités d'échanges (Bons *et al.*, 1984). Tout le monde

admet l'existence d'un domaine - ou province - faunistique méditerranéen dans la région paléarctique, situé au sud du domaine médio-européen et au nord du domaine saharo-sindien. En Europe, sa limite septentrionale est à peu près celle de l'Olivier et, en Afrique, sa limite méridionale correspond à la limite nord du Palmier Dattier.

Si on considère maintenant les diverses définitions du climat méditerranéen, on ne retrouve plus la même unanimité. Tous les auteurs sont d'accord pour distinguer un climat méditerranéen selon deux critères, un été moins pluvieux que les autres saisons et sec (indice de sécheresse: $S < 7$), mais ils divergent sur les diagnoses limitatives de la méditerranéité. Daget et David (1982) ont comparé ces différentes diagnoses et concluent que la méditerranéité, tant au sens d'Ashman (1973) que de Martonne (1927), correspond à un ensemble cohérent mais partiel des étages et des variantes thermiques du climat méditerranéen décrits par Emberger (1930, 1971), les étages perarides et perhumides (même humides pour Ashman) et les variantes froides ($m < -7^{\circ}\text{C}$) d'Emberger étant exclus. Une divergence fondamentale sur le concept d'aridité apparaît aussi entre Emberger (1930) et Gaussen (1963). Pour celui-ci, il faut que le nombre de mois secs soit compris entre deux et neuf et que la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m) reste positive pour qu'il y ait climat méditerranéen.

Devant ces divergences, nous avons adopté comme limites de l'aire méditerranéenne, avec toutefois quelques modifications, celles que Blondel (1982) a appliquées dans son étude de l'avifaune du Bassin méditerranéen, à partir de la carte de l'UNESCO, dressée par Gaussen (1963) (fig. 1). Ces limites se recoupent largement avec celles, établies par Saint-Girons (1982), de la région où les Reptiles méditerranéens sont majoritaires. Cependant, nous n'étudierons pas la distribution des Amphibiens dans la zone orientale de l'aire méditerranéenne de ces deux auteurs, à cause du manque de connaissances sur la répartition exacte des Amphibiens en Iran et en Irak. Nous restreignons donc le champ de notre investigation aux Amphibiens du pourtour du Bassin méditerranéen.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Nous avons défini ci-dessus le cadre géographique de notre étude, le pourtour du Bassin méditerranéen. On y distingue aisément:

1- un secteur occidental, avec au nord le sous-secteur comprenant presque toute la Péninsule ibérique et la frange méditerranéenne de la France et au sud le sous-secteur du Maghreb;

2- un secteur oriental, avec au nord le sous-secteur de la Péninsule balkanique, englobant la frange méditerranéenne de l'ex-Yougoslavie, l'Albanie, la Grèce, le sud de la Bulgarie et la Thrace (Turquie d'Europe), et le sous-secteur de la Turquie d'Asie ou Anatolie, à l'est le sous-secteur de la frange littorale du Proche-Orient (Syrie, Liban, Israël) et au sud, le sous-secteur du delta du Nil, qui relève plus du domaine éthiopien que du domaine méditerranéen;

3- un secteur intermédiaire, à peuplement mixte et relativement pauvre (Saint-Girons, 1982), au centre du Bassin, avec le sous-secteur de l'Italie, au nord, et celui de la Cyrénaïque, au sud.

La Tripolitaine est reliée au Maghreb méditerranéen par le littoral du sud tunisien, selon la carte et les données de Saint-Girons (1982), alors qu'elle est isolée en terre saharienne parce que le sud tunisien est exclu du domaine méditerranéen pour Blondel (1982) et Gaussen (1963) (fig. 1). Il est préférable de considérer la Tunisie méridionale, au sud de Gabès, hors du domaine méditerranéen (Nouira, comm. pers.).

Le domaine méditerranéen terrestre n'est pas continu tout autour de la Méditerranée. Il y a évidemment les coupures géographiques des détroits de Gibraltar et du Bosphore mais il y a aussi une forte interruption au niveau de l'extrême-sud tunisien, la Libye et l'Egypte, entre la Tripolitaine et Israël, parce que le désert (le domaine saharo-sindien) atteint les bords de la Méditerranée en Tunisie méridionale, Lybie et Egypte. La Cyrénaïque forme une île méditerranéenne dans le domaine saharo-sindien, la Tripolitaine est peut-être moins isolée (Saint-Girons, 1982). D'après Akman (1982), les seules zones à climat non méditerranéen en Turquie sont les régions à climat continental de Kastamonu et du nord-est, vers la frontière ex-soviétique, et celles à climat océanique du nord, face à la Mer Noire; nous les excluons donc du champ de notre étude.

Selon l'école d'Emberger, on distingue 6 étages bioclimatiques dans l'aire méditerranéenne, du per-humide au per-aride et sept variantes thermiques, de l'hiver glacial à l'hiver très chaud ($-10^{\circ}\text{C} < m < +10^{\circ}\text{C}$). La plupart des espèces d'Amphibiens des étages perhumides et des variantes à hiver glacial à très froid ($-10^{\circ}\text{C} < m < -3^{\circ}\text{C}$) proviennent du domaine médio-européen. Faut-il exclure ces zones et les espèces qui y vivent, comme le font certains auteurs, de l'aire méditerranéenne? Je ne le pense pas car ces espèces sont parfois dans des montagnes en pleine aire méditerranéenne. On ne peut pas retirer de la région méditerranéenne les espèces des montagnes de Corse, Sardaigne, Sicile, Péloponnèse, Turquie, Liban ou Maroc!

La question est moins claire pour des espèces médio-européennes habitant quelques enclaves reliques dans des montagnes près des limites septentrionales de la région méditerranéenne. Ainsi, je ne compte pas, comme espèce du domaine méditerranéen, *Rana iberica*, présente seulement dans quelques stations reliques de la Meseta espagnole et *Chioglossa lusitanica*, une espèce typique de la zone océanique de la Péninsule ibérique (Arntzen, 1981) mais débordant peut-être un peu dans quelques étages humides et froids de sa zone méditerranéenne. Je n'inclus pas aussi *Neurergus crocatus* et *Mertensiella caucasica* de la Turquie non méditerranéenne et *Rana holtzi*, connue seulement d'une station de haute altitude (2.500 m), le lac de Maden en Turquie (Teynié, 1991).

A l'opposé, je suis obligé d'incorporer dans les espèces du pourtour méditerranéen, celles qui s'y trouvent aussi bien en haute qu'en moyenne ou basse altitude, comme *Euproctus asper*, trouvé dans des zones submontagnardes de Catalogne, les *Speleomantes* du sud-est de la France et de l'Italie, *Rana temporaria* du sud-est de la France, de l'Italie et peut-être de la Grèce, *Rana latastei*, présente notamment dans la plaine du Pô, ainsi que *Rana macrocnemis* et *Rana camerani* de Turquie (Baran et Atatür, 1986, Teynié, comm. pers.). J'inclus aussi *Proteus anguinus*, l'espèce des eaux cavernicoles à la biologie si particulière, qui ne vit pas dans un bioclimat méditerranéen mais habite le pourtour méditerranéen et

aurait même été signalé dans les eaux souterraines de Solta, une île de la côte dalmate (Werner, 1891, cité par Lanza et Vanni, 1987).

Cependant, des espèces considérées plutôt comme non méditerranéennes et absentes du secteur méditerranéen occidental pénètrent plus ou moins largement dans le secteur intermédiaire (Italie) et dans le secteur oriental, au sud des Balkans, (*Bombina bombina*, *Bombina variegata*, *Pelobates fuscus*, *Triturus alpestris* et *Triturus vulgaris*) mais elles y sont représentées parfois par des sous-espèces distinctes (*Pelobates fuscus insubricus*, en Italie, *Triturus alpestris apuanus* et *T. a. veluchiensis*, *Triturus vulgaris meridionalis*, *T. v. græcus* et *T. v. schmidtlerorum*).

Un dénombrement d'espèces est toujours délicat lorsque le statut taxinomique de celles-ci n'est pas encore stabilisé. Il reflète alors l'état de nos connaissances autant que le nombre réel des espèces présentes. La complexité taxinomique du groupe des Grenouilles vertes en est un bel exemple. Il paraît logique de penser que sur toute l'aire de répartition de la «*Rana ridibunda*» des auteurs, il y ait une ou deux espèces parentales et un klepton (hybride naturel fécond). Cependant, les trois taxons d'une même combinaison ne sont pas présents au même endroit ou uniformément distribués dans leur aire de répartition. Ainsi, on n'a pas (?encore) trouvé le deuxième parent dans l'aire de *Rana perezi*. D'autre part, des espèces révisées récemment ont été divisées en plusieurs taxons alors que d'autres ne le sont pas parce qu'elles n'ont pas encore été étudiées. De plus, certains auteurs ont tendance à beaucoup diviser, d'autres n'y sont pas portés.

Nous avons fait le décompte des espèces au mieux des connaissances actuelles selon notamment les listes ou les travaux de synthèse d'Arntzen (1981), Atatur et Yilmaz (1986), Baran et Atatur (1986), Basoglu (1979), Beutler (1979), Beskov et Beron (1964), Bruno (1989), Castanet et Guyétant (1990), Delaugerre et Cheylan (1992), Dubois (1982 a et b), Dubois et Breuil (1983), Lanza (1986), Lanza *et al.* (1986), Lanza et Vanni (1987), Macgregor *et al.* (1990), Marx (1968), Mensi *et al.* (1992), Pasteur et Bons (1959), Picariello *et al.*, (1990), Salvador (1985), Scortecci (1936), Teynié (1991) et Werner (1988).

Les secteurs et les huit sous-secteurs que nous avons délimités dans le pourtour méditerranéen, sont en fait des secteurs et des sous-secteurs continentaux. Nous n'avons pas intégré les espèces des îles méditerranéennes dans les comptes d'espèces par secteur. Leur peuplement en Amphibiens a conservé parfois des espèces reliques disparues du continent mais il a aussi subi très fortement l'influence de l'homme par des introductions et de graves perturbations du milieu. Ainsi, *Bufo viridis* a été introduit vraisemblablement dans les îles Baléares (Hemmer *et al.*, 1981) et probablement en Corse (Delaugerre et Cheylan, 1992).

III - RÉSULTATS

A. Richesse spécifique

Il y a nettement plus d'Amphibiens au nord qu'au sud de la Méditerranée. En effet, on compte respectivement 28, 25 et 30 espèces

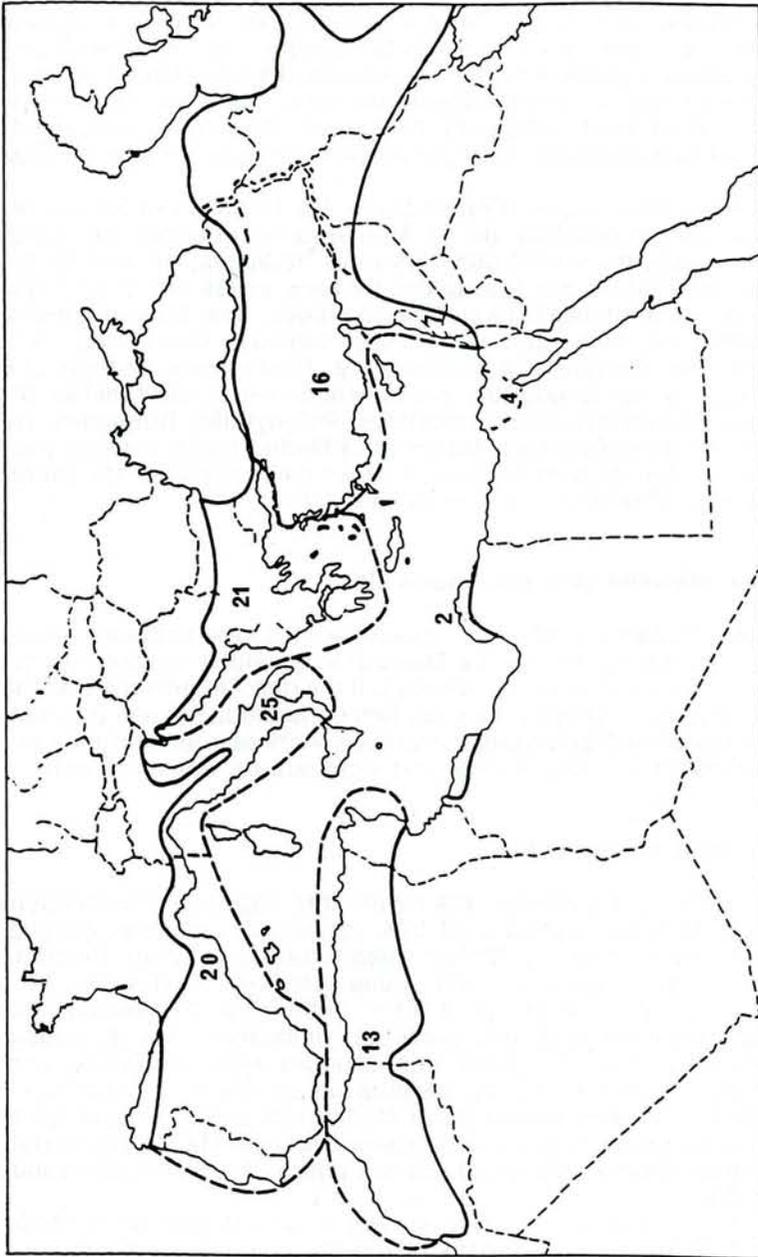


Figure 1 : limites de l'aire méditerranéenne (trait gras) et nombre d'espèces d'Amphibiens recensées dans les huit sous-secteurs (traits pointillés).

d'Amphibiens dans les secteurs occidental, intermédiaire et oriental mais il y en a respectivement 20, 25 et 27 au nord et 13, 2 et 4 au sud de ces secteurs, 6 sont présentes actuellement au Proche-Orient et 1 (*Discoglossus nigriventer*) y a récemment disparu. On observe quelques différences entre les sous-secteurs du nord, l'Italie est plus peuplée et la Turquie d'Asie l'est nettement moins. Le Maghreb, particulièrement le Maroc, est beaucoup plus riche en Amphibiens que la Lybie et l'Égypte (fig. 1).

Deux des trois ordres d'Amphibiens, les Urodèles et les Anoures, sont présents sur le pourtour de la Méditerranée, comme en Europe. Les Gymnophiones, qui vivent dans les pays tropicaux, ne sont qu'au sud du Sahara, en Afrique. Sur les quatre familles et les dix genres d'Urodèles d'Europe, trois familles (les Pléthodontidés, les Salamandridés et les Protéidés) et huit genres (*Speleomantes*, *Euproctus*, *Neurergus*, *Salamandrina*, *Mertensiella*, *Salamandra*, *Pleurodeles*, *Triturus* et *Proteus*) sont présents sur le pourtour méditerranéen. Les six familles d'Anoures d'Europe (Discoglossidés, Pelobatidés, Pelodytidés, Bufonidés, Hylidés et Ranidés) sont représentées autour de la Méditerranée mais on y dénombre 9 genres au lieu de 8 en Europe, à cause de la présence du genre africain *Ptychadena* (Ranidés) dans le delta du Nil.

B. Le peuplement des principales îles

Lanza et Vanni (1987) ont dressé la liste des espèces d'Amphibiens peuplant toutes les îles de La Méditerranée. Nous ne citerons que celles des principales îles dans le tableau I. Il y a des Amphibiens endémiques et nettement plus d'espèces dans les îles de la Méditerranée occidentale que dans celles de la Méditerranée orientale alors que les surfaces des îles et l'hétérogénéité de leur habitat est comparable dans les deux secteurs (Lanza et Vanni, 1987).

C. Les aires de répartition

Les aires de répartition des différentes espèces d'Amphibiens vivant autour de la Méditerranée sont très variées. À vrai dire, aucune d'entre elles ne fait le tour du Bassin méditerranéen. Selon Blondel (1982), l'amplitude géographique (AG) d'une espèce, c'est-à-dire la quantité d'espace qu'elle habite, peut être défini par le nombre de zones géographiques où elle est présente (maximum: les 8 sous-secteurs continentaux). $AG_c = 1$ pour des espèces très localisées, comme les endémiques (par ex. *Alytes cisternasii*) et $AG = 8$ pour une espèce ubiquiste faisant tout le tour de la Méditerranée. Si, en plus, on prend en compte le peuplement des 8 principales îles de la Méditerranée (tableau 1), le maximum d'amplitude géographique pour le Bassin méditerranéen sera: $AG_b = 16$.

Rana ridibunda est presque arrivée à faire le tour de la Méditerranée ($AG_c = 7$, $AG_b = 11$) mais c'est sans doute un complexe d'espèces. Elle est remplacée dans le sud de la France et en Espagne par *Rana perezi*. Le statut taxinomique des *Rana ridibunda* du pourtour méditerranéen est très

compliqué et nécessite quelques commentaires car ces Anoures représentent un ou plusieurs taxons appartenant au complexe des Grenouilles vertes. Dans le nord, le centre et l'ouest de l'Europe, *R. ridibunda* se croise avec *R. lessonæ* pour donner un hybride naturel particulier, appelé klepton (Dubois et Günther, 1982), *Rana kl. esculenta*. Ces espèces atteignent peut-être le sud-est de la France. Dans le sud de la France et la Péninsule ibérique, il n'y a pas de *R. ridibunda* mais *R. perezi* et un hybride issu du croisement d'un génome *perezi* avec un génome *ridibunda*, provenant peut-être de *R. kl. esculenta* du sud du Massif Central (Dubois et Günther, 1982), et appelé Grenouille de Graf, parce qu'il a été trouvé par celui-ci dans le Gard (Graf *et al.*, 1977). En Italie, *R. ridibunda* et une espèce non nommée donnent un hybride plus proche de *R. lessonæ* que *R. kl. esculenta* (Uzzell et Hotz, 1979; Uzzell, 1982). Dans les plaines côtières du sud-ouest de l'ex-Yougoslavie et du nord de l'Albanie, *R. ridibunda* s'hybride avec *R. shqipërica* (Hotz *et al.*, 1987). Dans l'ouest de la Grèce, elle se croise avec *R. epeirotica* pour donner plusieurs types d'hybrides (Sofianidou et Schneider, 1989).

tableau I : Amphibiens des principales îles méditerranéennes	
Îles Baléares	<i>Alytes muletensis</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Rana perezi</i> , <i>Hyla meridionalis</i>
Corse	<i>Euproctus montanus</i> , <i>Salamandra s. corsica</i> , <i>Discoglossus montalenti</i> , <i>Discoglossus sardus</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea sarda</i> , <i>Rana kl. esculenta</i>
Sardaigne	<i>Speleomantes flavus</i> , <i>S. genei</i> , <i>S. imperialis</i> , <i>S. supramontis</i> , <i>Euproctus platycephalus</i> , <i>Salamandra s. corsica</i> , <i>Discoglossus sardus</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea sarda</i> , <i>Rana kl. esculenta</i>
Sicile	<i>Bombina variegata pachypus</i> , <i>Discoglossus p. pictus</i> , <i>Bufo bufo</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea</i> , <i>Rana dalmatina</i> , <i>Rana kl. esculenta</i>
Île dalmate, Krk	<i>Triturus vulgaris meridionalis</i> , <i>Bombina variegata</i> , <i>Bufo bufo</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea</i> , <i>Rana dalmatina</i> , <i>Rana ridibunda</i>
Île ionienne, Kerkyra	<i>Triturus karelini</i> , <i>T. vulgaris græca</i> , <i>Bombina variegata</i> , <i>Bufo bufo</i> , <i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea</i> , <i>Rana dalmatina</i> , <i>Rana ridibunda</i>
Crète	<i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla arborea</i> , <i>Rana ridibunda</i>
Chypre	<i>Bufo viridis</i> , <i>Hyla savignyi</i> , <i>Rana ridibunda</i>

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ignorons le nombre d'espèces et/ou de kleptons de Grenouilles rieuses coexistant dans l'est de la Grèce, en Turquie et dans le Proche-Orient. Le chant des Grenouilles rieuses d'Israël, rapporté à *Rana ridibunda*, est identique à celui des spécimens du delta du Nil et proche du chant de ceux de Turquie occidentale mais diffère considérablement de celui des *Rana ridibunda* de Grèce et de «Yougoslavie» (Schneider et Sofianidou, 1985; Joermann *et al.*, 1988; Akef et Schneider, 1989). Dubois (1992) a ressuscité le nom de *Rana bedriagæ* Cameron, 1882, pour la forme d'Israël, estimée comme une espèce distincte. Ce nom pourrait donc convenir pour les formes de Turquie et du nord de l'Égypte. Si on adopte le nouveau statut spécifique de cette forme orientale de la Grenouille rieuse, l'amplitude géographique de *Rana ridibunda* (*sensu stricto*) se restreint notablement (AGc = 4, AGb = 8 ou 7, selon l'identification de la Grenouille rieuse de Chypre).

En Afrique du Nord, il n'y aurait pas de *R. perezii* mais des *R. ridibunda* selon Pasteur et Bons (1959). Toutefois, le statut des populations des Grenouilles rieuses de cette région doit être précisé car, selon Uzell (1982), les Grenouilles rieuses de Tabarka (Tunisie) sont particulières. Cependant cet auteur leur a attribué abusivement le nom de *Rana saharica* alors que la localité-type de ce taxon est In Salah en plein Sahara algérien (Eiselt et Schmidtler, 1973). La vraie *Rana saharica* Boulenger, 1913, peut tout aussi bien être un hybride de deux espèces parentales. *Rana zavattari* Scortecci, 1936, du Sahara lybien est considérée comme un synonyme ou tout au moins très voisin de *R. saharica*. Les grenouilles rieuses de Tripolitaine et de Cyrénaïque sont à rapprocher de celles de Tabarka ou du delta du Nil. D'après Hemmer *et al.* (1980) et Hemmer *et al.* (1981), il n'y aurait pas moins de trois formes de Grenouille rieuse en Afrique du Nord, une *Rana perezii* ibérique à l'ouest (Maroc), et un complexe de *Rana ridibunda* et de *Rana* type *lessonæ* s'hybridant.

Bufo viridis (AGc = 7, AGb = 15) est une espèce orientale qui s'est répandue d'est en ouest, au nord et au sud de la Méditerranée. Elle parvient ainsi jusqu'à l'est de la France, en Alsace et en Lorraine, et en Italie, non loin de la frontière française. Elle est absente du reste de la France continentale et de l'Espagne mais des formes affines y étaient présentes au Miocène inférieur (Bailon et Hossini, 1990). Sa présence en Corse est peut-être due à l'Homme (Delaugerre et Cheylan, 1992) et l'est certainement aux Baléares (Hemmer *et al.*, 1981). En Afrique du Nord, elle est parvenue jusqu'au détroit de Gibraltar.

Un certain nombre d'espèces d'origine médioeuropéenne ont une assez vaste répartition autour de la Méditerranée parce qu'elles sont passées d'Espagne en Afrique à l'occasion de la jonction temporaire qui s'est installée à la place du détroit de Gibraltar à la fin du Miocène, entre 5 et 6 Ma. C'est le cas de *Salamandra salamandra* (AGc = 6, AGb = 6), distribuée, par le nord, d'Israël au nord-est de la Tunisie, et de *Bufo bufo*, le Crapaud commun d'origine nordeurasiatique (AGc = 5, AGb = 8), réparti de la Turquie à la Tunisie. C'est le cas aussi, mais dans une moindre mesure, de l'espèce méditerranéenne *Hyla meridionalis* (AGc = 3, AGb = 4), connue de l'Italie, près de la France, à la Tunisie.

Quelques espèces ont une large répartition au nord de la Méditerranée: *Rana dalmatina* (AGc = 4, AGb = 7), connue de la Catalogne à la Turquie,

et le complexe *Hyla arborea* (AGc = 4, AGb = 10) regroupant sans doute plusieurs taxons et présent en Espagne, Italie, dans la péninsule balkanique et en Turquie.

Les Discoglossinés, répandus autrefois dans toute l'Europe (Bailon, 1991), n'ont aujourd'hui qu'une distribution circumméditerranéenne fractionnée: *Discoglossus pictus auritus* en Tunisie et en Algérie, *D. p. scovazzi* au Maroc et en Oranie, *D. galganoi* en Espagne (y compris *D. g. jeannæ* du sud), *D. sardus*, une espèce tyrrhénienne, aux îles d'Hyères, dans l'archipel toscan et l'île fossile de Monte Argentario, en Corse et en Sardaigne, *D. montalentii* en Corse, *D. p. pictus* en Sicile, à Malte et à Gozo et *D. nigriventer*, aujourd'hui disparu, en Israël. Les Discoglosses du Languedoc-Roussillon et de Catalogne sont des *D. pictus* et ont été introduits vraisemblablement d'Algérie (Lanza et al., 1986; Martens et Veith, 1988).

Le genre *Pelobates* n'est pas aussi méridional que le genre *Discoglossus*. En effet, une espèce, *P. f. fuscus*, occupe tout le nord de l'Europe mais toutes les autres, *P. varaldii*, *P. cultripes* et *P. syriacus*, sont méditerranéennes. Cependant, *P. fuscus* est parvenu en Turquie d'Europe (Eiselt, 1986) et une sous-espèce particulière, *P. f. insubricus* est dans la plaine du Pô.

Plusieurs genres d'Urodèles (*Pleurodeles*, *Euproctus* et *Speleomantes*) sont inféodés aux secteurs occidental et intermédiaire du Bassin méditerranéen. Leurs espèces vivent à des altitudes variables dans les milieux montagneux insulaires (Corse, Sardaigne) et continentaux. Sur le continent, certaines d'entre elles sont aussi dans les zones d'altitude des Alpes (*Speleomantes italicus*, *S. ambrosii*, *Salamandrina terdigitata*) ou des Pyrénées (*Euproctus asper*).

D. Origine des Amphibiens méditerranéens

Toutes les espèces d'Amphibiens du pourtour méditerranéen, sauf deux, sont d'origine nordeurasiatique. Les deux exceptions sont *Bufo regularis* et *Ptychadena mascareniensis* d'Afrique tropicale, parvenus près de la Méditerranée en Egypte (Marx, 1968), par la bande éthiopienne de la vallée du Nil. Presque toutes les autres espèces proviennent des refuges méditerranéens d'Ibérie, Italie, Balkans et Turquie, qui ont fonctionné pendant les dernières glaciations. Des espèces du refuge ibérique ont franchi les Pyrénées et certaines se sont répandues vers le nord comme *Pelodytes punctatus*, *Alytes obstetricans*, *Bufo calamita*, *Triturus marmoratus* et *Triturus helveticus* alors que d'autres, comme *Hyla meridionalis*, *Rana perezi* et *Pelobates cultripes*, se sont cantonnées aux zones à bioclimat méditerranéen ou proches de celui-ci en France. Des espèces, comme *Triturus cristatus*, *Triturus vulgaris*, *Triturus alpestris*, *Salamandra salamandra*, *Pelobates fuscus*, *Hyla arborea* et *Rana dalmatina* sont parties du refuge des Balkans, sont remontées vers le nord, se sont rabattues ensuite vers l'ouest et, arrivées en France, sont descendues vers le midi, y rencontrant parfois leurs espèces-soeurs venant du sud (Zuiderwijk, 1980). D'autres enfin, comme *Pelobates syriacus*, *Rana italica*, *R. græca*, *R. epeirotica*, *Salamandra s. infraimmaculata*, *Triturus carnifex*, *T. karelini*, *T. italicus*, *Triturus vulgaris*

meridionalis, *T. v. græca* et *T. v. schmidterorum*, sont parties aussi des Balkans mais sont descendues directement vers le sud et s'y sont plus ou moins différenciées. *Hyla savignyi* et *Triturus v. vittatus* proviennent sans doute d'un refuge turc.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Selon Saint-Girons (1982), l'Italie correspond à une zone de peuplement mixte, mais relativement pauvre, entre les secteurs occidental et oriental. Elle paraît cependant plus peuplée en Amphibiens que ses voisins, elle bénéficie en effet d'apports des refuges ibériques (*Pelodytes punctatus*, *Hyla meridionalis*), italien ou balkaniques (*Rana italica*, *Triturus carnifex*, *Proteus anguinus*), de migrants du nord (*Hyla arborea*, *Pelobates fuscus insubricus*, *Bombina variegata pachypus*, *Rana latastei*, *Triturus vulgaris meridionalis*, *T. alpestris apuanus*) et de formes endémiques (*Speleomantes italicus* et *S. ambrosii*, *Triturus italicus*, *T. alpestris inexpectatus*, *Salamandrina terdigitata*). Toutefois, certains taxons ont été récemment plus étudiés et divisés en Italie que dans le reste du pourtour méditerranéen.

Le nombre d'espèces d'Amphibiens commence à baisser nettement en Turquie d'Asie (Anatolie) mais l'effort de prospection dans ce pays a été moins grand qu'en Europe. La séparation entre l'Anatolie et la Thrace (Turquie d'Europe) date du Miocène moyen, vers 15 Ma et on trouve les mêmes espèces de part et d'autre du détroit de Bosphore, à deux exceptions près, *Pelobates fuscus* en Thrace (Eiselt, 1986) et *Salamandra salamandra* en Anatolie (Atatür et Yilmaz, 1986). Cependant, le climat relativement humide de la Thrace sert sans doute de filtre à des espèces strictement méditerranéennes qui pourraient venir de Grèce. *Mertensiella luschani* est en Grèce et en Anatolie mais n'est pas en Thrace. Il n'y a plus que 7 espèces d'Amphibiens au Proche-Orient (Syrie, Liban, Israël), 4 en Egypte et 2 en Cyrénaïque, indiquant que ces zones arides et même désertiques au sud ne sont pas favorables aux Amphibiens.

L'Afrique du Nord a profité des espèces venues d'Espagne au moment de la fermeture du détroit de Gibraltar (entre 5 et 6 Ma) mais leur nombre baisse sensiblement d'ouest en est: le Maroc en a 9 et la Tunisie n'en a plus que 6, dont certaines sont limitées au nord-est du pays (Nouira, comm. pers.). Les deux espèces de la Tripolitaine, *Bufo viridis* et la *Rana ridibunda* des auteurs, ne sont pas d'origine ibérique.

Quand on étudie la faune occidentale de la Méditerranée on a coutume de parler d'Amphibiens méditerranéens, provenant du refuge ibérique et vivant dans la frange méditerranéenne de la France, que l'on oppose aux formes voisines du nord. On a ainsi les couples d'espèces-soeurs: *Triturus marmoratus* et *T. cristatus*, *T. helveticus* et *T. vulgaris*, *Pelobates cultripes* et *P. fuscus*, *Hyla meridionalis* et *H. arborea*. Ceci est beaucoup moins clair en Italie et au sud des Balkans, où ces espèces du nord ont peuplé la zone méditerranéenne en s'y différenciant plus ou moins. Des espèces médio-européennes peuplent aussi le Bassin méditerranéen, plus ou moins près de la mer, des zones bioclimatiques méditerranéennes, soit perhumides ou humides soit à hiver glacial à très froid ($-10^{\circ}\text{C} < m < -3^{\circ}\text{C}$) en montagne. Ces

espèces ne sont pas des Amphibiens strictement méditerranéens mais ce sont des Amphibiens du pourtour méditerranéen.

Remerciements - Je remercie Saïd Nouira et Michel Breuil pour les informations qu'ils m'ont communiquées. J'adresse aussi mes remerciements à Alain Dubois pour ses avis et la lecture du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKEF, M. S. A. et SCHNEIDER, H. (1989) - The Eastern Form of *Rana ridibunda* (Anura: Ranidae) Inhabits the Nile Delta. *Zool. Anz.*, 223: 129-138.

AKMAN, Y. (1982) - Climats et bioclimats méditerranéens en Turquie. *Ecologia Mediterranea*, 8: 73-87.

ARNTZEN, J. W. (1981) - Ecological Observations on *Chioglossa lusitanica* (Caudata, Salamandridae). *Amphibia-Reptilia*, 1: 187-203.

ASHMAN, H. (1973) - Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystems. pp. 11-19. In Di Castri, F. et Money, H., éd. Mediterranean type ecosystems, origin and structure. Springer, Berlin, 405 p.

ATATUR, M. K. et YILMAZ, I. (1986) - A comparison of the Amphibia fauna of Turkish Thrace with that of Anatolian and Balkan states. *Amphibia-Reptilia*, 7: 135-140.

BAILON, S., (1991) - Amphibiens et Reptiles du Pliocène et du Quaternaire de France et d'Espagne: mise en place et évolution des faunes. Thèse Univ. Paris VII. 499 p.

BAILON, S., et HOSSINI, S. (1990) - Les plus anciens Bufonidae (Amphibia, Anura) d'Europe: les espèces du Miocène français. *Ann. Paléontol. (Vert. Invert.)*, 76: 121-132.

BARAN, I. et ATATUR, M. K. (1986) - A Taxonomical Survey on the Mountain Frogs of Anatolia. *Amphibia-Reptilia*, 7: 115-133.

BASOGLU, M. (1979) - The Urodelan Fauna of Anatolia. 1er Symposium international sur la zoogéographie et l'écologie de la Grèce et des régions avoisinantes. *Biologia Gallo-Hellenica*, 8: 325-329.

BEUTLER, A. (1979) - General principles in the distribution of Reptiles and Amphibians in the Aegean. 1er Symposium international sur la zoogéographie et l'écologie de la Grèce et des régions avoisinantes. *Biologia Gallo-Hellenica*, 8: 337-344.

BESKOV, V. et BERON, P. (1964) - Catalogue et bibliographie des Amphibiens et des Reptiles en Bulgarie. Academie bulgare des Sciences, Sofia. 39 p.

BLONDEL, J. (1982) - Caractérisation et mise en place des avifaunes dans le bassin méditerranéen. *Ecologia Mediterranea*, 8: 253-272.

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

BRUNO, S. (1989) - Introduction to a study of the Herpetofauna of Albania. *Brit. Herpetol. Soc. Bull.*, 29: 16-41.

- CASTANET, J. et GUYÉTANT, R., éd. (1990) - Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France. S.H.F., Paris. 191 p.
- DAGET, P. et DAVID, P. (1982) - Essai de comparaison de diverses approches climatiques de la Méditerranée. *Ecologia Mediterranea*, 8: 33-48.
- DELAUGERRE, M. et CHEYLAN, M. (1992) - Atlas de répartition des Batraciens et Reptiles de Corse. Parc Naturel Régional de Corse et E.P.H.E., 128 p.
- DUBOIS, A. (1982a) - Notes sur les Grenouilles vertes (groupe de *Rana kl. esculenta* Linné, 1758). I. Introduction. *Alytes*, 1: 42-49.
- DUBOIS, A. (1982b) - Notes sur les Grenouilles brunes (groupe de *Rana temporaria* Linné, 1758). I. Introduction. *Alytes*, 1: 56-70.
- DUBOIS, A. (1992) - Notes sur la classification des Ranidae (Amphibiens Anoures). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 61: 305-352.
- DUBOIS, A. et BREUIL, M. (1983) - Découverte de *Triturus alpestris* (Laurenti, 1768) en Calabre (sud de l'Italie). *Alytes*, 2: 9-18.
- DUBOIS, A. et GÜNTHER, R. (1982) - Klepton and synklepton: two new evolutionary systematics categories in zoology. *Zool. Jb. Syst.*, 109: 290-305.
- EISELT, J. (1986) - Krotenfrosche (*Pelobates* gen., Amphibia, Salientia) in Turkish-Thrakeien und Griechenland. *Ann. Naturhist. Mus. Wien, Ser. B, Bot. Zool.*, 90: 51-59.
- EISELT, J. et SCHMIDTLER, J. F. (1973) - Froschlurche aus dem Iran unter Berücksichtigung ausseriranischer populationsgruppen. *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, 77: 181-243.
- EMBERGER, L. (1930) - La végétation de la région méditerranéenne, essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 42: 641-662, 705-721.
- EMBERGER, L. (1971) - Travaux de botanique et d'écologie. Masson, Paris, 520 p.
- GAUSSEN, H. (1963) - Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Notice explicative. UNESCO, Paris, 21: 1-60.
- GRAF, J.-D., KARCH, F. et MOREILLON, M.C., (1977) - Biochemical variation in the *Rana esculenta* complex: a new hybrid form related to *Rana perezi* and *Rana ridibunda*. *Experientia*, 33: 1582-1584.
- HEMMER, H., KADEL, B. et KADEL, K. (1981) - The Balearic Toad (*Bufo viridis balearicus* (Boettger, 1881), human bronze age culture, and Mediterranean biogeography. *Amphibia-Reptilia*, 2: 217-230.
- HEMMER, H., KONRAD, A. et BACHMAN, K. (1980) - Hybridization within the *Rana ridibunda* Complex of North Africa. *Amphibia-Reptilia*, 1: 41-48.
- HOTZ, H., UZELL, T., GÜNTHER, R., TUNNER, H. G. et HEPPICH, S. (1987) - *Rana shqipërica*, a new European water frog species from the Adriatic Balkans (Amphibia, Salientia, Ranidae). *Notulae Naturae*, 468: 1-3.
- JOERMANN, G., BARAN, I. et SCHNEIDER, H. (1988) - The mating call of *Rana ridibunda* (Amphibia: Anura) in Western Turkey: Bioacoustic Analysis and Taxonomic consequences. *Zool. Anz.*, 220: 225-232.

- LANZA, B. (1986) - I Rettili e gli Anfibi, pp. 289-321, 549-550. In Camarda, I., Falchi, S. et Nudda, G. eds. L'ambiente naturale in Sardegna (Elementi di base per la conoscenza e la gestione del territorio). Carlo Delfino. 557 p.
- LANZA, B. et VANNI, S. (1987) - Hypotheses on the origins of the Mediterranean Island Batrachofauna. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 112: 179-196.
- LANZA, B., NASCETTI, G., CAPULA, M. et BULLINI, L. (1986) - Les Discoglosses de la région méditerranéenne occidentale. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 40: 16-27.
- MACGREGOR, H. C., SESSIONS, S. K. et ARNTZEN, J. W. (1990) - An integrate analysis of phylogenetic relationships among newts of the genus *Triturus* (family Salamandridae), using comparative biochemistry, cytogenetics and reproductive interactions. *J. evol. Biol.*, 3: 329-373.
- MARTENS, H. et VEITH, M. (1988) - Considerations on origin and chorology of *Discoglossus pictus* Otth, 1837 in the eastern Pyrenees. pp. 267-269. In Van Gelder, J. J., Strijbosch, H. et Bergers, P. J. M. éd. Proceedings of the 4th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica. Nijmegen, 17-21 August 1987. 473 p.
- MARTONNE, E. de (1927) - Traité de géographie physique, I. Notions générales, Hydrographie, A. Collin, Paris, 496p.
- MARX, H. (1968) - Checklist of The Reptiles and Amphibians of Egypt. Special Publ. U. S. Naval Med. Res. Unit Nb 3 Cairo, Egypt U.A.R., 91 p.
- MENSI, P., LATTES, A., MACARIO, B., SALVIDIO, S., GIACOMA, C. et BALLETO, E. (1992) - Taxonomy and evolution of European brown frogs. *Zool. Journ. Linn. Soc.* 104: 293-311.
- PASTEUR, G. et BONS, J. (1959) - Les Batraciens du Maroc. *Trav. Inst. Chérifien, sér. Zool.* 17, 1-241 p.
- PICARIELLO, O., SCIMMITANI, G. et CRETELLA, M. (1990) - Electrophoretic data supporting the specific rank of the frog *Rana graeca italica* Dubois, 1985. *Amphibia-Reptilia*, 11: 189-192.
- SAINT-GIRONS, H. (1982) - Influence des climats de type méditerranéen sur l'écophysologie et la répartition des Reptiles. *Ecologia Mediterranea*, 8: 245-251.
- SALVADOR, A. (1985) - Guia de campo de los Anfibios y Reptiles de la Peninsula Iberica, Islas Baleares y Canarias. Santiago Garcia, Leon. 212 p.
- SCORTECCI, G. (1936) - Gli Anfibi della Tripolitana. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 75: 129-226.
- SCHNEIDER, H. et SOFIANIDOU, T. (1985) - The mating call of *Rana ridibunda* (Amphibia, Anura) in Northern Greece as Compared with Those of Yugoslavian and Israeli populations: Proposal of a New Subspecies. *Zool Anz. Jena*, 214: 309-319.
- SOFIANIDOU, T. et SCHNEIDER, H. (1989) - Distribution Range of the Epeirus Frog *Rana epeirotica* (Amphibia: Anura) and the composition of the Water Frog Populations in Western Greece. *Zool. Anz.*, 223: 13-25.
- TEYNIÉ, A. (1991) - Observations herpétologiques en Turquie, 2ème partie. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 58: 21-30.
- UZZELL, T. (1982) - Immunological Relationship of Western Palearctic Water Frogs. *Amphibia-Reptilia*, 3: 135-143.

UZZELL, T. et HOTZ, H. (1979) - Electrophoretic and morphological evidence for two new forms of the green frogs (*Rana esculenta* complex) in peninsular Italy (Amphibia, Salientia). *Mitt. zool. Mus. Berlin*, 55: 13-27.

WERNER, F. (1891) - Beiträge zur Kenntnis der Reptilien und Amphibien von Istrien und Dalmatien. *Verh., k. k. zool.-bot. Ges. Wien*, 41: 751-768.

WERNER, Y. L. (1988) - 13. Herpetofaunal survey of Israël (1950-1985), with comments on Sinai and Jordan and on zoogeographical heterogeneity. pp. 355-388. *In* Yom-TOV, Y. et Tchernov, E., éd., The Zoogeography of Israël. The Distribution and Abundance at a Zoogeographical Crossroad., Dordrecht, Junk, 600 p.

ZUIDERWIJK, A. (1980) - Amphibian distribution pattern in Western Europe. *Bijdrag. Dierk.*, 50: 52-72.

Jean LESCURE
Laboratoire de Zoologie (Reptiles et Amphibiens)
et UA 041137 du CNRS,
Muséum national d'Histoire naturelle
57 rue Cuvier, 75005 Paris (France)

CARACTÈRES BIOGÉOGRAPHIQUES DES FAUNES MÉDITERRANÉENNES DE REPTILES

par

Hubert SAINT GIRONS

Résumé - L'auteur passe brièvement en revue les caractères climatiques de la région méditerranéenne et les facteurs qui expliquent son peuplement actuel de Reptiles : origine, voies de migration, évolution sur place, influence des fluctuations climatiques du Quaternaire, concurrence inter-spécifique et données physiologiques.

Mots-clés : Biogéographie. Reptiles. Région méditerranéenne.

Summary - The author briefly reviews the climatic characteristics of the Mediterranean region and the factors explaining the reptile population now there : origin, migration paths, local evolution, influence of climatic changes during the Quaternary, interspecific competition and ecophysiology.

Key-words : Biogeography. Reptiles. Mediterranean region.

I - INTRODUCTION

Les régions dites « méditerranéennes » correspondent aux parties des zones tempérées caractérisées par des étés chauds et secs, et par des hivers doux à précipitations supérieures à 250 mm. Pour des raisons de circulation générale de l'atmosphère, ces régions se trouvent toujours situées sur la façade occidentale des continents, entre 30-35 et 40-43° lat., en Californie et au Chili pour l'Amérique, en Afrique du Sud, en Australie sud-occidentale et sur le pourtour de la mer Méditerranée. En Afrique du Sud, et en Australie, seule la partie la plus chaude est représentée, la partie fraîche étant occupée par l'océan.

D'un point de vue climatique, la région méditerranéenne proprement dite est limitée au nord par des climats de type océanique, à été plus humide et moins chaud, qui passent progressivement vers l'est à des climats plus continentaux, à hiver froid et parfois sec, l'été étant aussi chaud qu'en région méditerranéenne, mais nettement plus humide. Au sud, chaleur et sécheresse croissent rapidement et le climat (tout en restant de type « méditerranéen ») devient aride, puis hyper aride au Sahara. Le problème des limites de la région méditerranéenne se pose surtout à l'est, où il est compliqué par l'existence de massifs montagneux très élevés. Le critère climatique reste celui de la sécheresse estivale, mais dans des zones semi-arides, voire arides, ses traductions floristiques et faunistiques ne sont pas évidentes. La différence ne devient nette qu'au Pakistan, lorsque l'influence des pluies de mousson devient notable. Faune et flore changent alors rapidement.

II - CARACTÈRES BIOGÉOGRAPHIQUES

La faune d'une région climatique -qui peut, ou non, correspondre à un domaine faunistique individualisé- dépend de nombreux facteurs et notamment de l'histoire paléontologique. Dans l'ensemble, la faune des Reptiles méditerranéens est d'origine asiatique et s'est mise en place entre l'extrême fin de l'Eocène et le Miocène moyen, soit entre -35 et -15 millions d'années environ. A partir de la fin du Pliocène, l'habituelle évolution sur place s'est trouvée accélérée et perturbée par les fluctuations climatiques qui ont culminé lors des grandes glaciations quaternaires. D'où, dans la faune du Pliocène moyen où tous les genres et probablement plusieurs espèces actuelles étaient représentés, une augmentation des phénomènes de spéciation allopatrique. Des taxons se sont différenciés dans des zones refuges, par exemple les plaines côtières des grandes péninsules méditerranéennes lors des épisodes froids, ou bien en montagne lors des épisodes chauds. Comme nous sommes actuellement dans une phase interglaciaire, les premiers donnent des espèces plutôt septentrionales et assez largement répandues, comme *Lacerta viridis* et *Vipera aspis* en France, tandis que les seconds se présentent sous la forme d'endémiques montagnards plutôt méridionaux, par exemple *Lacerta andreanskii* et *Vipera monticola* dans le Haut Atlas marocain. S'ajoutent à cela des phénomènes de spéciation insulaire correspondant à une différenciation sur place et des répartitions résiduelles.

Le contact entre l'Afrique et l'Eurasie date du début du Miocène, mais les relations entre l'Afrique septentrionale et l'Europe, très complexes, n'ont jamais été continues, sinon par l'intermédiaire du Proche-Orient. En dehors des Caméléons et probablement des Amphisbaéniens, la faune des Reptiles méditerranéens d'Afrique du Nord est essentiellement d'origine asiatique, bien que certaines espèces aient pu passer par l'Europe, et inversement d'ailleurs. Les données paléontologiques sont encore beaucoup trop rares pour qu'il soit possible de retracer l'histoire des migrations. Actuellement, à la suite de l'évolution sur place et des migrations secondaires nord-sud ou inversement, on distingue dans la région méditerranéenne sensu lato, non seulement des espèces nord et sud méditerranéennes, mais aussi et de façon plus nette encore, un secteur occidental et un secteur oriental, l'Italie et le Cyrénaïque qui les séparent ayant une faune à la fois mixte et appauvrie. S'y ajoute le fait que beaucoup d'espèces sont propres au Proche-Orient qui paraît avoir été un centre de spéciation très actif.

Comme on pouvait s'y attendre, compte tenu de l'écophysiologie des Reptiles et de l'existence d'un gradient climatique nord-sud, chaque secteur présente une notable hétérogénéité. Prenant en exemple le secteur occidental, le mieux connu, on constate pour commencer qu'aucune partie n'est exempte d'éléments allogènes, puisque des espèces médio-européennes septentrionales comme *Natrix natrix* atteignent les rivages nord de la Méditerranée et d'autres, saharo-sindiennes comme *Psammodromus schokari*, ses rivages méridionaux. Des espèces dites pararméditerranéennes, ou médio-européennes méridionales, sont surtout réparties hors de la région méditerranéenne sensu stricto. Ce phénomène est particulièrement net chez *Vipera aspis*, mais encore notable chez

Lacerta viridis et même *Emys orbicularis*. Inversement, d'autres espèces comme *Natrix maura*, non seulement occupent toute la région méditerranéenne, mais en dépassent largement les limites, tant au nord qu'au sud. Un troisième groupe comprend des Reptiles plutôt nord-méditerranéens, qui dépassent quelque peu les limites de la région en Europe mais, en Afrique du Nord, sont localisées aux zones montagneuses plus ou moins humides, par exemple *Lacerta lepida* et *Coronella girondica*. Parmi les « méditerranéens vrais », il existe un décalage progressif du nord au sud, jusqu'à ce que l'on arrive à des espèces plutôt sud-méditerranéennes, comme *Blanus cinereus* et *Macroprotodon cucullatus*. Bien entendu, la coupure du détroit de Gibraltar se fait aussi sentir. Elle est assez ancienne pour que des phénomènes de sub-spéciation, et parfois même de spéciation, se soient produits de part et d'autre, tandis que certains migrants sont sans doute arrivés après la rupture des communications directes. Sur l'ensemble des espèces méditerranéennes qui atteignent actuellement le voisinage du détroit de Gibraltar, 16 se trouvent des deux côtés (dont 4 représentées par des sous-espèces différentes ou peut-être des espèces très voisines), 3 ne l'ont pas franchi du nord au sud et 11 ne sont pas passées du Maroc à l'Espagne. Il est d'ailleurs possible que la présence de *Chamaeleo vulgaris* dans le sud de la Péninsule Ibérique résulte d'une introduction par l'homme.

La situation du secteur oriental est assez différente. D'une part, le Sahara atteignant la Méditerranée de part et d'autre de la Cyrénaïque la faune des Balkans n'a évidemment guère d'équivalent en Afrique. D'autre part, le Proche-Orient représente une masse continentale importante dont la biogéographie est encore mal connue. Par ailleurs, des groupes entiers, comme les Vipères du complexe *xanthina-raddei*, n'ont pas migré vers l'ouest et se sont différenciés sur place. Enfin, dans les confins orientaux, la définition même de la région méditerranéenne devient difficile, tant d'un point de vue climatique que faunistique. Des biogéographes ont individualisé une sous-région irano-touranienne mais, tout au moins en ce qui concerne les Reptiles, il s'agit surtout d'une zone de peuplement mixte où, à côté de quelques endémiques, se rencontrent ou coexistent des faunes d'origine méditerranéenne, steppique septentrionale, sino-mongole, saharo-sindienne et même orientale.

L'étude du peuplement des îles a toujours été un régal pour les biogéographes. Malheureusement, en Méditerranée, d'innombrables introductions par l'homme au cours des 6 à 8 derniers millénaires, et très vraisemblablement quelques extinctions consécutives, compliquent beaucoup l'interprétation. L'ensemble corso-sarde présente toutefois un réel intérêt, en raison de la présence de plusieurs espèces endémiques. Le problème a déjà été évoqué dans l'Atlas de France. Rappelons simplement que si certains de ces endémiques se sont réellement différenciés sur place, d'autres correspondent à des espèces reliques qui ont simplement disparu du continent, comme ce sera bientôt le cas pour l'Amphibien *Discoglossus sardus*. Il va de soi que ces deux catégories n'ont pas du tout la même signification biogéographique.

Bien entendu, l'origine, les possibilités de migration et les facteurs bioclimatiques ne sont pas les seuls responsables de la répartition d'une espèce, et la concurrence interspécifique joue souvent un rôle important -

probablement plus chez les serpents que chez les lézards car ces derniers ont davantage de niches écologiques potentielles à leur disposition dans un même biotope. La répartition strictement parapatricque des Vipères européennes, par exemple, témoigne clairement d'une compétition interspécifique très poussée. Les lignes de séparation suivent plus ou moins les isothermes des températures vraies d'été lorsque la concurrence s'effectue entre une espèce méridionale et une espèce septentrionale (cas de *Vipera aspis* et de *V. berus*, de *V. latastei* et de *V. seoanei*, probablement aussi de *Coronella girondica* et de *C. austriaca*) alors qu'elle est grossièrement méridienne (nord-sud) lorsqu'il s'agit de deux espèces, en général vicariantes, ayant les mêmes exigences thermiques (par exemple *Natrix maura* et *N. tessellata*). Le groupe des Lézards verts fournit, lui, un exemple d'espèces probablement vicariantes, redevenues partiellement sympatriques après leur rencontre postglaciaire. Etant bien entendu, d'ailleurs, que dans la grande majorité des cas ces différenciations allopatricques dans des refuges méridionaux ne se sont pas produites au cours des dernières glaciations, mais bien avant et sans doute souvent dès les premiers épisodes froids de la fin du Pliocène.

III - CONCLUSION

En ce qui concerne l'écologie et l'écophysiologie des Reptiles, la région méditerranéenne correspond à une zone de transition assez progressive, où il existe encore une latence hivernale, mais pas de latence estivale. Chez les mâles, elle correspond d'assez près à la zone où coexistent les trois types de cycles spermatogénétiques. Au nord, au-delà de la limite de la région méditerranéenne sensu stricto, la spermatogenèse de tous les Reptiles a lieu (type estival), ou tout au moins commence (type mixte) l'été précédent l'année de la reproduction, tandis qu'au sud elle se déroule entièrement, chez toutes les espèces, au printemps (type vernal). Chez les femelles de lézards, l'ovulation est souvent plus précoce dans la région méditerranéenne que dans les régions tempérées fraîches et, chez les petites espèces ovipares, il peut y avoir jusqu'à trois pontes successives de mai à juillet. En revanche, chez les Serpents à spermatogenèse vernale, comme *Malpolon monspessulanus*, l'ovulation est plus tardive d'un mois environ, caractère que l'on retrouve d'ailleurs chez les Serpents saharosindiens.

Il convient de noter que, pour les Reptiles, les températures hivernales ont assez peu d'importance. A partir du moment où l'animal ne peut plus digérer, il importe peu que la température soit plus ou moins froide, si bien qu'en montagne les Reptiles méditerranéens atteignent parfois des altitudes élevées, le critère étant l'insolation estivale et non le froid hivernal. D'où, aussi, l'expansion éventuelle d'espèces méditerranéennes dans des régions à climat nettement continental, à hiver très froid mais été chaud. En revanche, dans la partie méridionale de la région méditerranéenne (mais aussi dans des enclaves arides comme la vallée de la Moulouya), les limites de répartition dépendent surtout des précipitations, non pas directement mais par l'intermédiaire de leur influence sur la végétation et la densité des proies. La présence d'espèces

méditerranéennes, souvent mais non exclusivement semi-aquatiques, montre bien que ce n'est pas l'excès de température qui représente le facteur limite.

H. SAINT GIRONS
Laboratoire d'Évolution des Êtres Organisés,
Université Pierre et Marie Curie,
105 boulevard Raspail, 75006 Paris (France)

ACTIVITÉ ET TEMPÉRATURE CORPORELLE AUTOMNALES ET HIVERNALES CHEZ LA COULEUVRE D'ESCALAPE *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) DANS LE CENTRE OUEST DE LA FRANCE

par

Guy NAULLEAU

Résumé - L'étude de l'activité et de la température corporelle automnales et hivernales chez *Elaphe longissima* a été réalisée dans le Centre Ouest de la France en utilisant la biotélémétrie. Durant l'hivernage, la Couleuvre conserve une certaine activité qui se déroule, soit dans le sol, soit en surface. Elle est capable de se déplacer à basse température jusqu'à une température corporelle de 5°C. Si dans la majorité des cas la température corporelle de la Couleuvre augmente après un déplacement, parfois elle demeure stable ou baisse d'environ 2°C. Au cours de l'hivernage, lorsque les conditions climatiques le permettent, la Couleuvre peut sortir se chauffer au soleil.

Mots-Clés : *Elaphe longissima*. Télémétrie. Activité. Température corporelle. Automne et hiver.

Summary - Activity and body temperature in autumn and winter of *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) was investigated in central western France by means of telemetry. The snake maintained some activity during hibernation both on the surface and underground, and moved around until the body temperature fell to 5°C. The body temperature usually increased after movement, although in some cases it remained the same or dropped by about 2°C. During hibernation, when the weather was warm, the snake sometimes emerged to bask in the sun.

Key-words : *Elaphe longissima*. Telemetry. Activity. Body temperature. Autumn and winter.

I - INTRODUCTION

L'activité est définie comme le déplacement d'un serpent d'un endroit à un autre (Gibbons et Semlitsch, 1987). L'activité en relation avec l'hivernage a été passée en revue dans différentes régions géographiques et chez une grande variété d'espèces de reptiles (Gregory, 1982) et en particulier chez les serpents (Gibbons et Semlitsch, 1987; Gregory *et al.*, 1987). Il peut exister des déplacements saisonniers plus ou moins importants vers un site d'hivernage commun en automne et vers un site d'activité estivale au printemps (Viitanen, 1967; Parker et Brown, 1980; Gregory, 1982; Gibbons et Semlitsch, 1987; Gregory *et al.*, 1987). Les serpents sont capables de se déplacer à basses températures (Brown *et al.*, 1974; Jacob et Painter, 1980; Sexton et Hunt, 1980; Sexton et Marion, 1981; Marion et Sexton, 1984). Dans leur hibernaculum, les déplacements des serpents sont généralement liés à la thermorégulation regagnant ainsi des microsites plus chauds (Sexton et Hunt, 1980; Marion et Sexton, 1984; Macartney *et al.*, 1989). Les serpents peuvent sortir durant l'hiver pour se

chauffer lors des journées ensoleillées, surtout en début d'hivernage (Phisalix, 1949; Duguy, 1958, 1963; Viitanen, 1967; Landreth, 1973; Jacob et Painter, 1980; Jackson et Franz, 1981; Sanders et Jacob, 1981; Macartney *et al.*, 1989). Parfois aucune activité n'a été observée durant l'hivernage (Presstt, 1971; Moore, 1978; Brown, 1982). En utilisant la télémétrie, nous avons pu suivre l'activité et la température corporelle chez *Elaphe longissima* en période automnale et hivernale.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été réalisée dans le Centre Ouest de la France, au sud du département des Deux-Sèvres, dans les environs immédiats du Centre d'Études Biologiques de Chizé (46°07' de latitude Nord et 0°25' de longitude Ouest).

La technique télémétrique utilisée a été décrite par ailleurs (Naulleau, 1987, 1989). Nous avons équipé un mâle de 143 cm de longueur totale pesant 429 g avec un émetteur de 19 g; il a été suivi dans la nature du 24 octobre au 22 décembre 1985. Une femelle de 112 cm de longueur totale, pesant 235 g a également été équipée d'un émetteur de 17 g et suivie du 27 septembre 1988 au 23 février 1989. Chez cette espèce, l'hivernage dure de octobre-novembre à mars-avril (Naulleau, 1987 et données personnelles). Le mâle a donc été suivi uniquement pendant la première partie de la période préhivernale et durant une bonne partie de l'hivernage.

Les localisations des couleuvres sont effectuées tous les jours (sauf les samedis et dimanches), le plus souvent 2 à 3 fois (1 à 6).

Les moyennes indiquées dans les résultats sont suivies de l'écart-type. La comparaison des moyennes est faite à l'aide des tests t ou de Newman-Keuls.

III - RÉSULTATS

Durant la période d'étude, le mâle a effectué des déplacements plus ou moins importants aussi bien en surface du sol et dans divers matériaux (branchages avec feuilles mortes, paille etc.) que dans le sol. Entre le 24 octobre et le 22 décembre 1985, ses différents déplacements sont inscrits dans un domaine vital de 1238 m² (polygone convexe)(fig. 1). Les 4 premiers jours, la température du substrat permet à la Couleuvre de thermoréguler. Au cours des 3 jours suivants, cette température est au plus égale à 10°C et souvent voisine de 5°C. A partir du 28 octobre, la Couleuvre s'enfonce dans le sol (en 3, fig. 1). On peut alors considérer que l'hivernage est commencé. Si l'on compare la température corporelle de la Couleuvre à celle d'un abri souterrain de référence, à 35 cm de profondeur, on s'aperçoit qu'elle est toujours inférieure de 2 à 3°C. Ceci indique que la Couleuvre est enfoncée dans le sol à une profondeur moindre que 35 cm. On remarque également que les variations de la température corporelle sont faibles et très amorties; elle est en moyenne de 11,48 ± 1,68°C avec comme extrême 8,5°C et 13,5°C. La Couleuvre reste ainsi enterrée jusqu'au 26 novembre. La localisation précise du serpent pendant cette

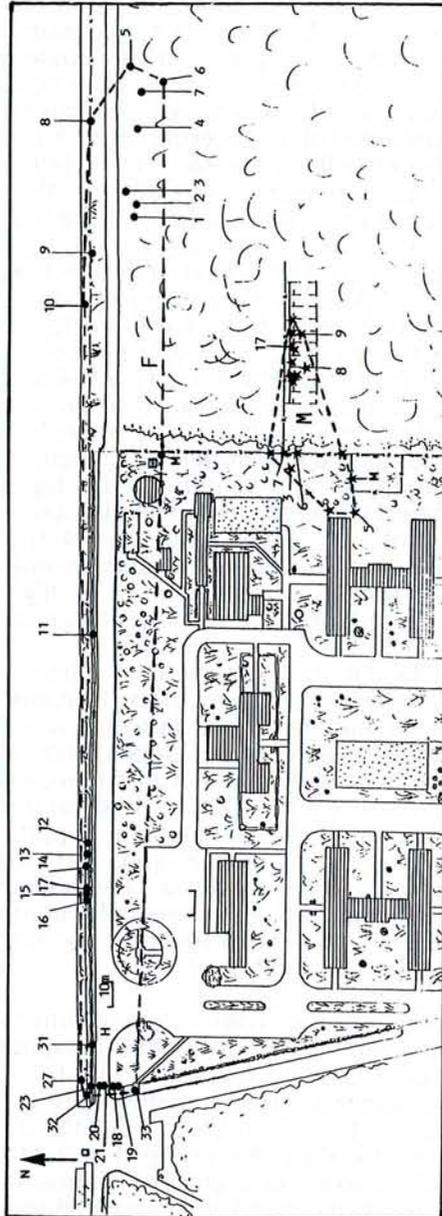


Figure 1 : déplacements du mâle (M), du 24 octobre au 22 décembre 1985 et de la femelle (F), du 27 septembre 1988 au 23 février 1989, *Elaphe longissima*. H: lieu d'hivernage de la femelle. Les tirets délimitent les domaines vitaux.

période montre qu'il n'est pas immobile en un point précis, mais change un peu de place par moment. Le 26 novembre, alors que les conditions extérieures n'ont pas beaucoup changé, la Couleuvre qui est à 8°C sort de son abri souterrain. Elle est observée sur le sol à se chauffer au soleil, sa température corporelle a atteint 15,7°C. Au cours de la journée, la Couleuvre cherche un autre abri souterrain et finit par s'engager dans un trou de micromammifère. Elle reste sous terre (en 5, fig. 1) jusqu'au 3 décembre où elle se déplace par moment d'une cinquantaine de centimètres. Le 3 décembre, la Couleuvre qui est à 9,5°C sort en surface et effectue un déplacement de 31 m (de 5 à 6, fig.1). Sa température corporelle atteint 15,5°C. Le 4 décembre, elle s'est beaucoup déplacée: 6 m entre 8 h 15 et 11 h (6 à 7, fig. 1), sa température corporelle passant de 10 à 12,2°C, 36 m entre 11 h et 14 h (7 à 8, fig.1), c'est d'ailleurs le plus grand déplacement observé au cours de la période d'étude; entre 14h et 16h elle parcourt encore 12 m (8 à 9, fig.1). A 14 h, la température de la Couleuvre est de 18°C et de 16,2°C à 16 h. Du 5 au 13 décembre, la Couleuvre effectue de courts déplacements et reste à proximité ou dans une litière de paille stockée dans un abri en planches. Entre le 16 et le 22 décembre, elle fréquente un abri souterrain (17, fig. 1). Le 22 décembre, elle est trouvée morte en partie sortie de son abri. Le poids de la Couleuvre est de 395 g, sa perte de poids étant de 34 g depuis le début de l'expérience. Sa peau est brillante. L'autopsie montre qu'il reste des réserves de graisse encore importantes et il n'y a pas d'anomalies particulières dues à la présence de l'émetteur pouvant expliquer la mort.

Pendant la période d'étude, la femelle a utilisé un domaine vital de 7,288 m² (fig. 1) qui peut être divisé en deux. Pendant la première période qui va du 27 septembre au 28 octobre, la Couleuvre exploite une surface importante (7040 m²). Elle effectue des déplacements fréquents et parfois importants (fig. 1 et 3). Par exemple le 10 octobre, elle s'est déplacée de 130 m (10 à 11, fig. 1) entre 13 h 30 et 17 h; c'est d'ailleurs le plus grand déplacement enregistré chez cette Couleuvre. A partir du 28 octobre, elle exploite une zone réduite (H) de 248 m², (fig. 1 et 2). Elle effectue encore des déplacements mais de faible amplitude. Les périodes de déplacements de la Couleuvre (1 ou plusieurs jours consécutifs) sont séparés de périodes sans déplacements, la couleuvre pouvant se borner à thermoréguler à l'endroit où elle est (fig. 3, 4, 6, 7 et 8).

Pendant le mois d'octobre, des déplacements ont été observés au cours de 15 journées. La distance enregistrée entre les localisations au début et à la fin du mois est de 463 m, ce qui représente la distance parcourue en ligne droite donc le minimum qu'a pu effectuer la Couleuvre (fig.1 et tableau I). La Couleuvre utilise bien les possibilités de thermorégulation et se chauffe fréquemment durant la journée (fig. 3 et tableaux I et II). La température corporelle maximum a été enregistrée le 20 (31,7°C, fig. 3). L'évolution de la température corporelle minimum journalière comparée à la température dans le sol à 35 cm de profondeur indique que la Couleuvre reste relativement en surface (fig. 3).

Au cours du mois de novembre, la couleuvre se déplace moins, sur de

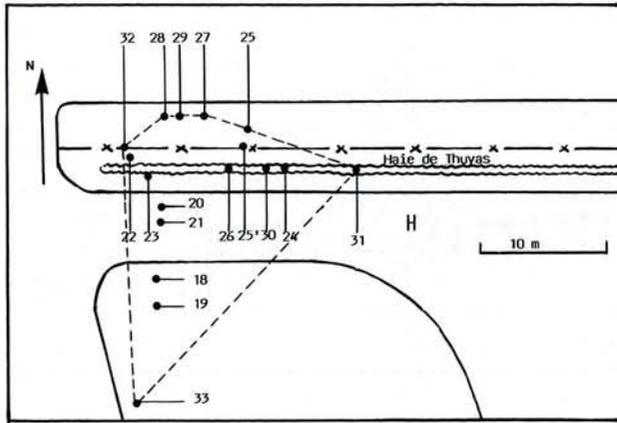


Figure 2 : déplacements de la femelle *Elaphe longissima* dans son lieu d'hivernage (H), du 28 octobre 1988 (18) au 23 février 1989 (33). Le domaine vital hivernal est délimité par les tirets.

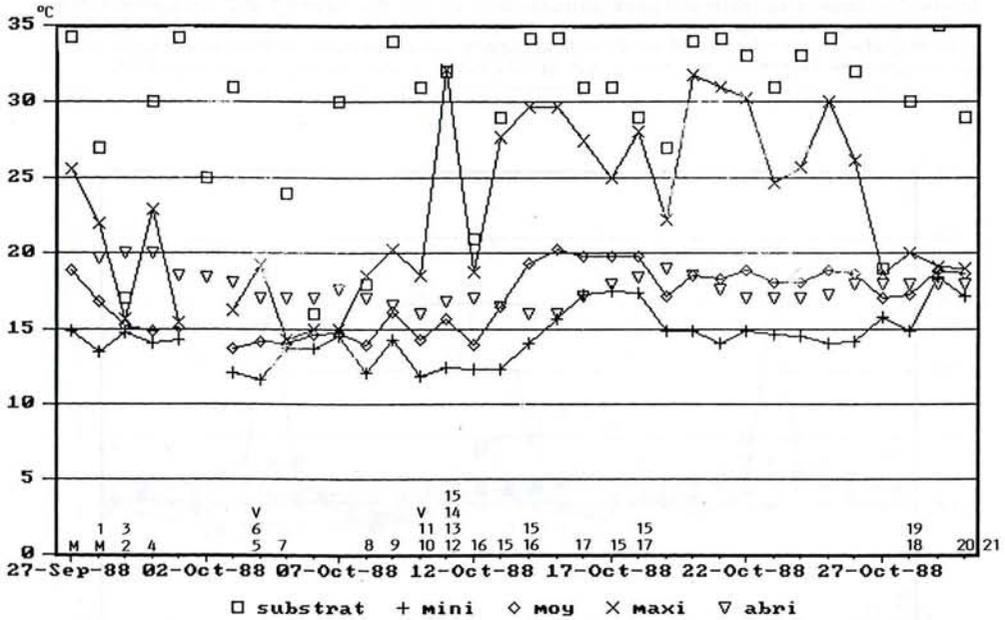


Figure 3 : évolution journalière de la température maximum du substrat (□), de la température moyenne d'un abri souterrain de référence à 35 cm de profondeur (▽), de la température corporelle de la femelle *Elaphe longissima* : minimum (+), moyenne (◇) et maximum (x). Les positions (chiffres), indiquées aux différents jours correspondent à celles des figures 1 et 2. L'étagement des chiffres correspond aux positions successives de la Couleuvre le jour considéré, la 1^{ère} position étant le chiffre le plus inférieur. M: position de la capture où la Couleuvre a été relâchée après avoir été équipée de l'émetteur. V: indique que la Couleuvre a été vue le jour correspondant.

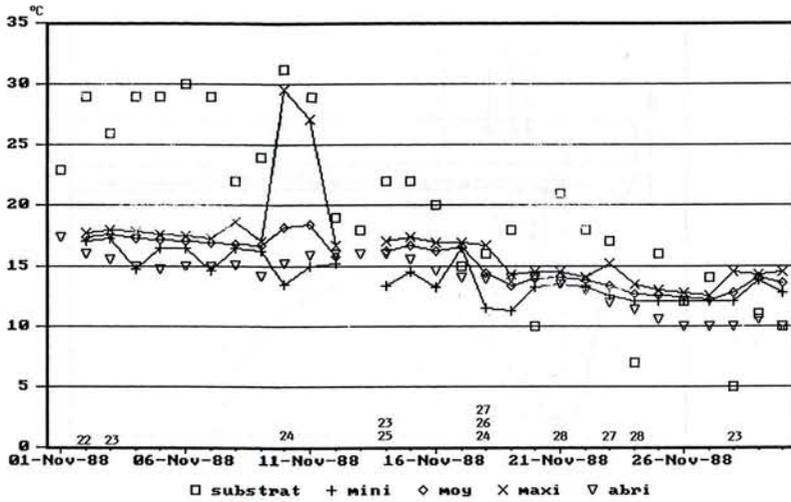


Figure 4 : évolution journalière de la température maximum du substrat (\square), de la température moyenne d'un abri souterrain de référence à 35 cm de profondeur (∇), de la température corporelle de la femelle *Elaphe longissima* : minimum (+), moyenne (\diamond) et maximum (x). Les positions (chiffres), indiquées aux différents jours correspondent à celles des figures 1 et 2. L'étagement des chiffres correspond aux positions successives de la Couleuvre le jour considéré, la 1^{ère} position étant le chiffre le plus inférieur. M: position de la capture où la Couleuvre a été relâchée après avoir été équipée de l'émetteur. V: indique que la Couleuvre a été vue le jour correspondant.

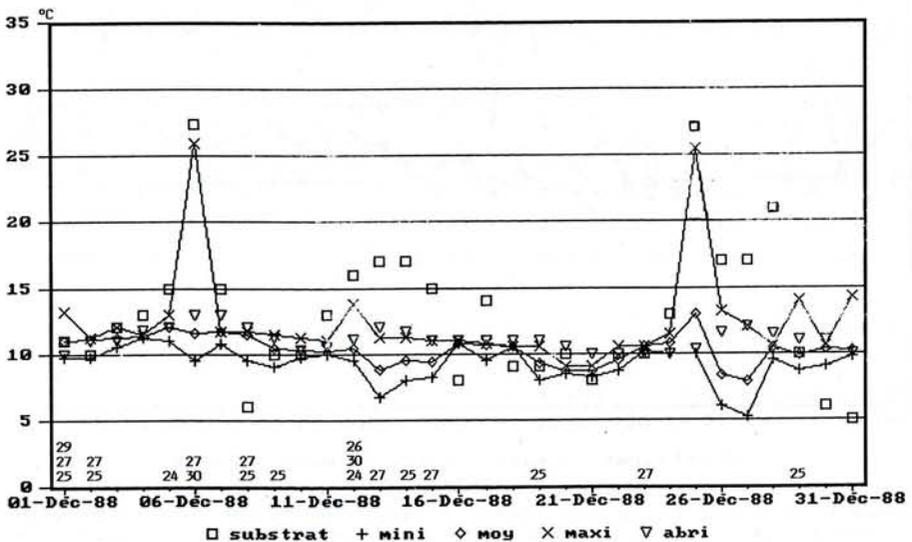


Figure 6 : même légende que fig. 4

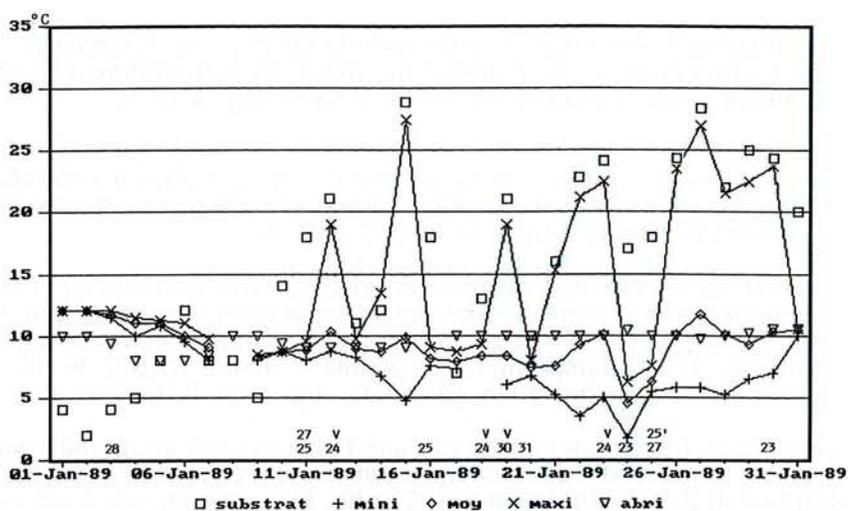


Figure 7 : même légende que fig. 4

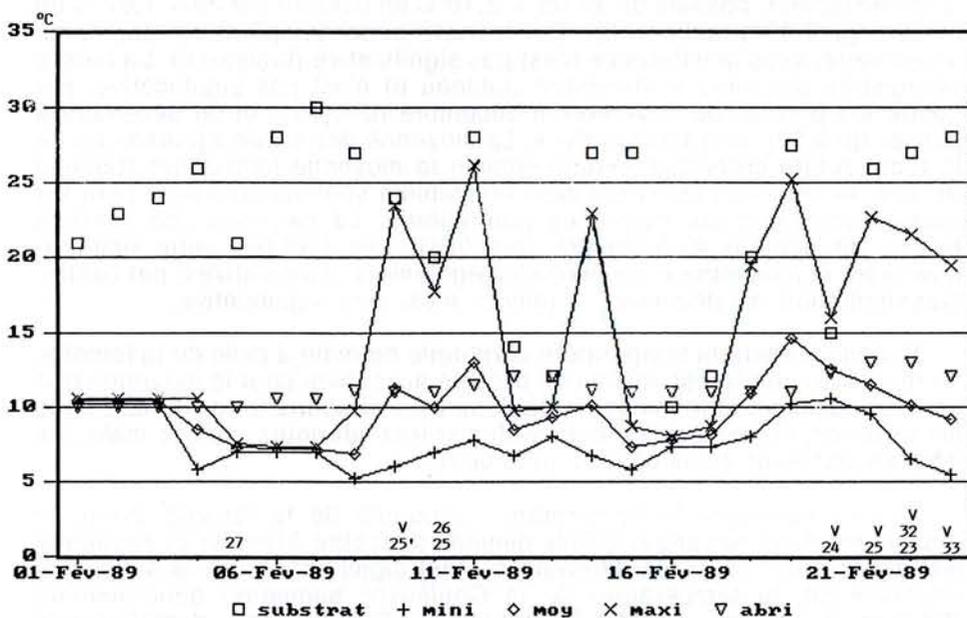


Figure 8 : même légende que fig. 4

courtes distances et presque toujours dans le sol (fig. 2 et 4, tableau I). Les 10 et 11 elle est sortie se chauffer au soleil, sa température corporelle ayant atteint respectivement 29,5°C et 27,1°C (fig. 4 et 5).

En décembre, la Couleuvre continue à se déplacer sur de courtes distances dans le sol (fig. 2 et 6, tableau I). Elle est sortie se chauffer à l'extérieur à deux reprises les 6 et 25, sa température corporelle maximum étant respectivement de 26°C et 25,5°C (fig. 6).

Le mois de janvier voit l'activité de la Couleuvre se modifier. Les 10 premiers jours elle se déplace très peu et reste dans le sol (fig. 2 et 7). A partir du 11, elle se chauffe fréquemment au soleil et elle a été vue à quatre reprises (fig. 7). Sa température corporelle a atteint 27,5°C le 15. Les déplacements restent de faible amplitude (fig. 2 et 7, tableau I).

Le mois de février commence par une faible activité souterraine suivie de quelques jours de thermorégulation et à nouveau faible activité souterraine et thermorégulation (fig. 2 et fig. 8). La Couleuvre a été vue à plusieurs reprises au cours des deux périodes de thermorégulation (fig. 8). La température corporelle maximum a été enregistrée le 11 : 26,2°C (fig. 8).

Chez la femelle, la température corporelle moyenne journalière baisse jusqu'en janvier, passant de 17,08 ± 2,19°C en octobre à 9,29 ± 1,67°C en janvier ($p < 0,001$) (tableau II). En février, cette température augmente légèrement, mais la différence n'est pas significative (tableau II). La baisse enregistrée d'octobre à novembre (tableau II) n'est pas significative, par contre les baisses de novembre à décembre ($p < 0,001$) et de décembre à janvier ($p < 0,02$) sont significatives. La moyenne des minima journaliers de la température corporelle évolue comme la moyenne journalière (tableau II). Les différences observées dans les minima sont significatives pour les mêmes mois que les moyennes journalières. La moyenne des maxima baisse de octobre à décembre ($p < 0,001$). Les baisses entre octobre-novembre et novembre-décembre sont également significatives; par contre, l'augmentation de décembre à janvier n'est pas significative.

Si l'on compare la température corporelle du mâle à celle de la femelle, on remarque qu'elle est voisine en octobre aussi bien pour la moyenne que pour le maximum et le minimum (tableau II). Par contre en novembre dans les trois cas, la température corporelle est très inférieure chez le mâle, les différences étant significatives ($p < 0,001$).

Si l'on considère la température corporelle de la femelle avant un déplacement, on remarque qu'elle diminue d'octobre à janvier et augmente en février (tableau I), les différences étant significatives. A la suite d'un déplacement, la température de la Couleuvre augmente généralement (tableau I et fig. 5). En Octobre et Février, les déplacements s'accompagnent d'une augmentation relativement importante de la température corporelle durant la journée lorsque la Couleuvre peut se chauffer au soleil (fig. 3 et 8). Dans certains cas, la Couleuvre peut garder

la même température après un déplacement ou voir sa température baisser (tableau I et fig. 5). Ceci s'observe en particulier lorsque la Couleuvre est dans le sol, de novembre à janvier (fig. 5). Lorsqu'il y a baisse de la température de la Couleuvre à la suite d'un déplacement, elle est de 2°C en décembre et 1,7°C en janvier.

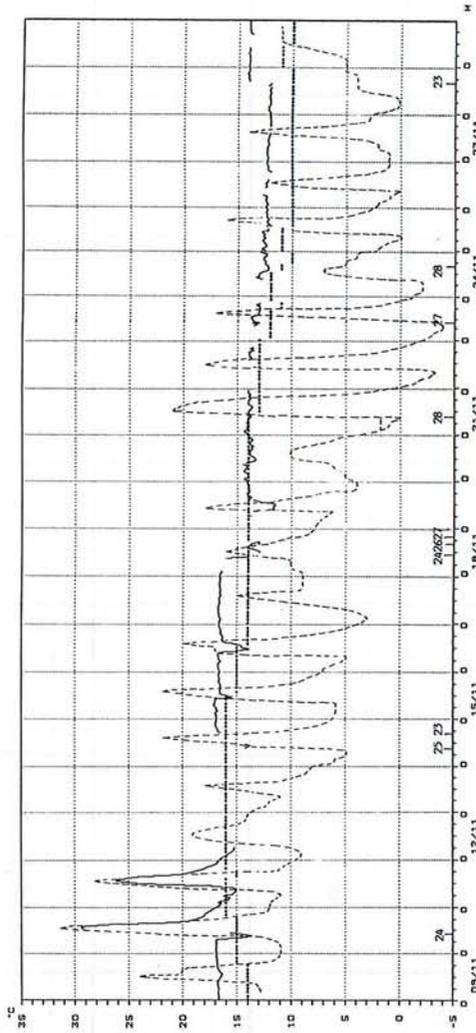


Figure 5 : exemple d'enregistrement des températures.
 - en trait plein, la température corporelle de la femelle *Elaphe longissima*,
 - en croix, la température de l'abri souterrain de référence à 35 cm de profondeur,
 - en tirets, la température du substrat en exposition sud,
 - les chiffres correspondent aux localisations de la Couleuvre au cours des différents jours considérés.

Escalpe	Mois	Distance parcourue en mètres	Nombre de jours avec déplacements	Nombre de jours où la couleuvre se chauffe	Température précédant un déplacement °C			Nombre de déplacements		
					N	X	EC	avec augmentation de température	sans changement de température	avec baisse de température
Femelle	Oct. 1988	463	15	20	6	14,92 ± 2,43		6	0	0
-	Nov. 1988	63	9	2	4	12,94 ± 0,77		3	1	0
-	Déc. 1988	87	13	2	11	10,32 ± 1,53		8	2	1
-	Jan. 1989	80	11	10	5	7,40 ± 2,82		3	1	1
-	Fév. 1989	60	7	10	5	10,20 ± 2,25		5	0	0

Tableau I : Déplacements et relations avec la température corporelle chez *Elaphe longissima*. Ec : Ecart-Type; N : Nombre de données; X: moyenne.
La distance parcourue par mois est calculée en ligne droite entre la première et la dernière localisation de chaque mois. Elle correspond donc au minimum de déplacements qu'a pu effectuer la Couleuvre.

TEMPERATURE CORPORELLE JOURNALIERE °C										
Escalaps	Nombre de jours	Mois	Minimum			Maximum			Moyenne	
			Moyenne	Ecart-type		Moyenne	Ecart-type		Moyenne	Ecart-type
Mâle	4	Octobre 1985	14,56	0,74		24,19	4,86		16,33	0,77
Femelle	8	Octobre 1988	14,43	1,84		23,19	5,80		17,08	2,19
Mâle	8	Novembre 1985	5,78	2,64		9,66	2,32		7,57	1,40
Femelle	24	Novembre 1988	14,12	1,87		16,79	3,94		15,31	2,09
Femelle	30	Décembre 1988	9,21	1,39		12,45	3,77		10,31	1,15
Femelle	27	Janvier 1989	6,98	2,68		14,86	6,51		9,29	1,67
Femelle	23	Février 1989	7,63	1,67		14,52	6,52		9,66	2,03

Tableau II : température corporelle journalière minimum, moyenne et maximum chez *Elaphe longissima*.

IV - DISCUSSION

Le domaine vital de *Elaphe longissima* étudié au même endroit est un peu plus grand chez les mâles que chez les femelles, mais avec des variations individuelles importantes chez les deux sexes (Naulleau, 1987 et 1989). Dans la présente étude, le domaine vital utilisé en automne et en hiver est plus grand chez la femelle que chez le mâle. La durée du suivi, plus courte chez le mâle pourrait expliquer en partie nos résultats, le domaine vital pouvant dépendre du nombre de jours de suivi (Tiebout et Cary, 1987). Les déplacements sont plus importants en octobre que de novembre à février (tableau I). Les déplacements que nous avons observés en octobre ne correspondent pas aux déplacements saisonniers de certains serpents vers des lieux communs d'hivernage (Viitanen, 1967 chez *Vipera berus*; Parker et Brown, 1980 chez *Masticophis tæniatus* et *Pituophis melanoleucus*; Gibbons et Semlitsch, 1987 et Gregory *et al.*, 1987); chez *Elaphe longissima*, à aucun moment nous n'avons observé de regroupements avant ou après l'hivernage sur notre site d'étude. Nos observations laissent penser que cette espèce hiverne plutôt isolément ou en faible nombre comme c'est généralement le cas pour d'autres serpents en plaine sous nos climats; comme par exemple chez *Vipera aspis* (Duguy, 1963 et Naulleau, 1969).

Durant l'hivernage, l'activité cesse chez certains serpents (*Crotalus mitchelli* et *Crotalus cerastes*, Moore, 1978; *Crotalus horridus*, Brown, 1982). Cependant d'autres serpents sont capables de se déplacer à basse température (*Coluber constrictor* et *Thamnophis elegans*, Brown *et al.*, 1974; *Crotalus viridis*, Jacob et Painter, 1980) et même orientent leurs déplacements vers des microsites plus chauds (*Elaphe obsoleta* et *Coluber constrictor*, Sexton et Hunt, 1980; *Crotalus viridis*, Sexton et Marion, 1981; Marion et Sexton, 1984; *Thamnophis sirtalis*, Macartney *et al.*, 1989). *Elaphe longissima* continue à avoir une activité locomotrice durant l'hivernage qui commence dans la dernière quinzaine d'octobre. Si généralement *Elaphe longissima* augmente sa température corporelle à la suite d'un déplacement, dans quelques cas cette température reste identique et parfois même le déplacement, surtout souterrain, entraîne une baisse d'environ 2°C. Nous avons également observé une activité locomotrice chez *Emys orbicularis* au cours de l'hivernage aussi bien dans l'eau que sur le sol (Naulleau, 1991). Chez *Elaphe longissima*, les déplacements durant l'hivernage s'effectuent principalement dans le sol chez la femelle, mais aussi en surface chez le mâle. La température corporelle enregistrée avant un déplacement passe par un minimum en janvier ($7,40 \pm 2,82^\circ\text{C}$, de 5 à 12°C). La Couleuvre peut encore se déplacer naturellement à 5°C. *Crotalus viridis* est lui aussi capable de se déplacer aux environs de 5°C et même en dessous (Jacob et Painter, 1980; Sexton et Marion, 1981; Marion et Sexton, 1984). *Crotalus horridus* ne se déplace pas lorsque sa température est inférieure à 8°C (Brown, 1982). Chez *Crotalus viridis* et *Thamnophis sirtalis* lorsque la température corporelle varie entre 2 et 7°C, les déplacements ont été observés au début et à la fin de l'hivernage (Macartney *et al.*, 1989). Lorsque les conditions climatiques le permettent, *Elaphe longissima* remonte à la surface du sol pour se

chauffer au soleil au cours des mois les plus froids (par exemple deux fois en décembre chez la femelle), mais elle n'est pas toujours visible. On pourrait penser que l'observation des couleuvres en surface durant l'hivernage ainsi que leurs déplacements soient en rapport avec la présence de l'émetteur qui perturberait les individus équipés. Ce fut notre idée lorsque nous avons suivi le mâle. Mais les observations réalisées chez la femelle ont confirmé les premiers résultats. D'autre part, nous avons des observations dans la nature, de Couleuvres d'Esculape (jeunes et adultes) à la surface du sol durant l'hivernage, effectuées sur plusieurs années (données personnelles). Ainsi, pour le mois d'octobre, nous avons 4 observations de couleuvres écrasées et 7 en thermorégulation dont la température cloacale variait de 16,8°C à 28,3°C ($22,83 \pm 4,14^\circ\text{C}$); deux de ces dernières avaient mangé récemment les 17 et 26 octobre 1988, leur température étant respectivement 22,6°C et 28,3°C. Cette température est tout à fait comparable au maximum obtenu en octobre chez le mâle (24,19°C) et la femelle (23,19°C) équipés d'émetteurs (tableau II), mais elle est très inférieure au maximum enregistré au cours de la saison active (33°C, Naulleau, 1989). Au mois de novembre, six observations ont été effectuées dont deux couleuvres écrasées, une enroulée au soleil (température cloacale de 29°C le 3 novembre 1972) et une en déplacement le 17 novembre 1980. Un mâle de 124 cm et de 300 g a été trouvé enroulé en bordure de route en forêt de Chizé le 15 décembre 1987 à 12h05, la température de l'air était de 12,2°C et celle du substrat de 13,1°C. La Couleuvre étant morte peu de temps après, l'autopsie a montré qu'elle avait été blessée probablement par une voiture. Le 8 février 1990 un mâle de 124 cm et de 194 g que nous avions déjà marqué a été observé aux environs du laboratoire se chauffant au soleil à 16h10, la température de l'air était de 15°C et celle du substrat de 17,8°C. L'ensemble de ces observations confortent donc celles des deux couleuvres équipées d'émetteurs et indiquent qu'il existe bien une activité pendant la période automnale et hivernale chez *Elaphe longissima*.

La sortie des serpents durant l'hivernage pour se chauffer au soleil a déjà été signalée chez certaines espèces. Chez *Vipera aspis*, les sorties hivernales sont exceptionnelles (Duguy, 1958, 1963, données personnelles) et la plupart du temps ce sont des individus «en mauvais état» (données personnelles) ou sont plus fréquentes (Phisalix, 1949). Chez *Vipera berus*, les sorties hivernales sont très rares en Finlande (Viitanen, 1967) et inexistantes en Angleterre dans le Dorset (Prestit, 1971). Des *Micrurus fulvius* ont été capturés durant l'hiver (Jackson et Franz, 1981). *Crotalus viridis* sort au soleil en novembre et décembre dans les plaines du Nouveau Mexique (Jacob et Painter, 1980) et seulement à la fin octobre en Colombie britannique (Macartney *et al.*, 1989). *Agkistrodon contortrix* et *Crotalus atrox* peuvent également sortir pendant l'hiver (Landreth, 1973 et Sanders et Jacob, 1981). Par contre, *Crotalus horridus* ne sort pas durant l'hivernage (Brown, 1982).

Remerciements - Au Ministère de l'Environnement, qui a délivré les autorisations de capture et de transport d'animaux d'espèces protégées, à P. Duncan pour la correction du Summary, à X. Bonnet pour son aide dans les traitements statistiques, à C. Mauget pour les sorties graphiques et à A. Mariani pour sa participation dans l'acquisition et le traitement des données.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BROWN, W.S. (1982) - Over wintering Body temperatures of Timber Rattlesnakes (*Crotalus horridus*) in Northeastern New-York. *J. Herpetol.*, 16 (2) : 145-150.
- BROWN, W.S.; PARKER, W.S. et ELDER, J.A. (1974) - Thermal and spatial relationships of two species colubrid Snakes during hibernation. *Herpetologica*, 30 (1) : 32-38.
- DUGUY, R. (1958) - Le comportement de printemps chez *Vipera aspis*. *Vie et Milieu*, 9 (2) : 200-210.
- DUGUY, R. (1963) - Biologie de la latence hivernale chez *Vipera aspis* L. *Vie et Milieu*, 14 (2) : 311-443.
- GIBBONS, J.W. et SEMLITSCH, R.D. (1987) - Activity patterns. In «SNAKES Ecology and Evolutionary Biology». R.A. Seigel, J.T. Collins, S.S. Novak, eds., MacMillan Co., New-York : 396-421.
- GREGORY, P.T. (1982) - Reptilian hibernation. In «Biology of the Reptilia». C. Gans, H.F. Pough, eds. Academic press, London, 13 : 53-154.
- GREGORY, P.T., MACARTNEY, J.M. et LARSEN, K.W. (1987) - Spatial patterns and movements. In «SNAKES Ecology and Evolutionary Biology». R.A. Seigel, J.T. Collins, S.S. Novak, eds. MacMillan Co., New York : 366-395.
- JACKSON, D.R. et FRANZ, R. (1981) - Ecology of the eastern coral snake (*Micrurus fulvius*) in northern peninsular Florida. *Herpetologica*, 37 (4) : 213-228.
- JACOB, J.S. et PAINTER, C.W. (1980) - Overwinter thermal Ecology of *Crotalus viridis* in the North-central plains of New Mexico. *Copeia*, (4) : 799-805.
- LANDRETH, H.F. (1973) - Orientation and behavior of the rattlesnake *Crotalus atrox*. *Copeia*, (1) : 26-31.
- MACARTNEY, J.M., LARSEN, K.L. et GREGORY, P.T. (1989) - Body temperatures and movements of hibernating snakes (*Crotalus* and *Thamnophis*) and thermal gradients of Natural hibernacula. *Can. J. Zool.*, 67 : 108-114.
- MARION, K.R. et SEXTON, O.J. (1984) - Body temperature and behavioural activities of hibernating prairies rattlesnakes, *Crotalus viridis* in artificial dens, *Prairie Naturalist*, 16 : 111-116.
- MOORE, G.M. (1978) - Seasonal and daily activity patterns and thermoregulation in the Southwestern speckled rattlesnake (*Crotalus mitchelli pyrrhus*) and the Colorado desert sidewinder (*Crotalus cerastes laterorepens*). *Copeia*, (3) : 439-442.
- NAULLEAU, G. (1969) - Espace vital et territoire chez *Vipera aspis*. In Entretiens de Chizé, Territoire et Domaine Vital, Masson, Paris, Série «Éco-Éthologie», (1) : 55-77.

NAULLEAU, G. (1987) - Use of biotelemetry in the study of free ranging snakes : example of *Elaphe longissima*. In Proc. Fourth Ord. Gen. Meet. S.E.H., Nijmegen, 1987. J.J. Van Gelder, H. Strijbosch and P.J.M. Bergers Eds., 1987. Faculty of Sciences Nijmegen : 289-292.

NAULLEAU, G. (1989) - Étude biotéléométrique des déplacements et de la température chez la Couleuvre d'Esculape *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) en zone forestière. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, (52) : 45-53.

NAULLEAU, G. (1991) - Adaptations écologiques d'une population de Cistudes (*Emys orbicularis* L.) (Reptilia, Chelonii) aux grandes variations de niveau d'eau et à l'assèchement naturel du milieu aquatique. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, (58) : 11-19.

PARKER, W.S. et BROWN, W.S. (1980) - Comparative ecology of two colubrid snakes, *Masticophis t. taeniatus* and *Pituophis melanoleucus deserticola*, in northern Utah. *Milwaukee Public Museum*, (7) : 104 p.

PHISALIX, M. (1949) - Vipères de France. Stock, Paris, 228 p.

PRESTT, I. (1971) - An ecological study of the Viper *Vipera berus* in Southern Britain. *J. Zool. Lond.*, 164 : 373-418.

SANDERS, J.S. et JACOB, J.S. (1981) - Thermal ecology of the copperhead (*Agkistrodon contortrix*). *Herpetologica*, 37 (4) : 264-270.

SEXTON, O.J. et MARION, K.R. (1981) - Experimental analysis of movements by prairie rattlesnakes, *Crotalus viridis*, during hibernation. *Oecologia*, 51 : 37-41.

THEBOUT, H.M. et CARY, J.R. (1987) - Dynamic spatial Ecology of the water snake, *Nerodia sipedon*. *Copeia* (1) : 1-18.

VIITANEN, P. (1967) - Hibernation and seasonal movements of the Viper, *Vipera berus berus* (L.), in southern Finland. *Ann. Zool. Fenn.*, 4 : 476-546.

G. NAULLEAU
Centre National de la Recherche Scientifique
Centre d'Études Biologiques de Chizé
79360 Villiers-en-Bois (France)

REPRODUCTION ET ORGANES ENDOCRINES CHEZ LES FEMELLES D'UN AMPHIBIEN GYMNOPHIONE VIVIPARE *Typhlonectes compressicaudus*

par

Jean-Marie EXBRAYAT

Résumé - Le cycle de reproduction de *Typhlonectes compressicaudus* femelle est biennal. Des corrélations étroites sont mises en évidence entre les cellules folliculaires de l'ovaire et les cellules hypophysaires gonadotropes et lactotropes. Un modèle de régulation hormonale du cycle de reproduction de *Typhlonectes compressicaudus*, inspiré de ce qui est connu chez d'autres Amphibiens vivipares est présenté.

Mots-clés : Gymnophione. *Typhlonectes compressicaudus*. Reproduction. Endocrinologie.

Summary - The female reproductive cycle in *Typhlonectes compressicaudus* is biennial. Direct correlations were recorded between ovarian follicle cells and gonadotropic and lactotropic cells in the pituitary. Using information from other viviparous amphibians, a pattern of hormonal regulation of female reproductive cycle is described in *T. compressicaudus*.

Key-words : Gymnophiona. *Typhlonectes compressicaudus*. Reproduction. Endocrinology.

I - INTRODUCTION

La biologie de la reproduction des Amphibiens Gymnophiones n'est pas encore très bien connue. Seules quelques espèces ont fait l'objet d'études parfois anciennes: *Ichthyophis glutinosus* (Sarasin et Sarasin, 1887-1890), *Ichthyophis beddomei* (Bhatta, 1986, Masood Parveez, 1987), *Hypogeophis rostratus* (Tonutti, 1931), *Dermophis mexicanus* (Wake, 1980). Dans une série d'études générales, Wake (1968, 1970 a et b, 1972, 1977) donne des précisions concernant l'appareil reproducteur et les cycles de reproduction de quelques Gymnophiones.

De l'ensemble de ces travaux, il ressort que, même si l'on commence à bien connaître certains aspects de la biologie de quelques espèces, peu de données concernent les organes endocrines et leurs variations en relation avec la reproduction. Quelques-uns de ces aspects ont cependant été abordés chez *Ichthyophis beddomei*, une espèce ovipare asiatique, par Bhatta (1986) et Masood Parveez (1987). La cytologie de l'hypophyse a également été étudiée chez quelques espèces (Gabe, 1972; Schubert et al., 1977) et notamment chez *Typhlonectes compressicaudus* (Zuber-Vogeli et Doerr-Schott, 1981; Doerr-Schott et Zuber-Vogeli, 1984, 1986); des cycles hypophysaires en relation avec les alternances saisonnières ont été mis en évidence chez cette même espèce (Exbrayat, 1989; Exbrayat et Morel, 1990).

Manuscrit accepté le 7 février 1992

Afin d'apporter quelques éléments complémentaires à la connaissance de la biologie des Gymnophiones, nous avons voulu proposer ici un modèle concernant la régulation hormonale du cycle reproducteur femelle de *Typhlonectes compressicaudus*, espèce vivipare, aquatique, sud-américaine qui vit notamment en Guyane française (Lescure, 1981). Cet animal a fait l'objet de plusieurs travaux portant sur l'anatomie des appareils génitaux, les cycles de reproduction mâle et femelle, l'embryogenèse (Exbrayat et Delsol, 1985; Exbrayat, 1986, 1988 a et b, 1991; Exbrayat *et al.*, 1986, Sammouri *et al.*, 1990, Exbrayat et Hraoui-Bloquet, 1991, Hraoui-Bloquet et Exbrayat, 1992).

Dans cet article sont présentés des résultats concernant la fonction endocrine des follicules ovariens et l'hypophyse. En comparant ces données avec ce qui est connu chez d'autres Amphibiens vivipares, un premier schéma de la régulation hormonale du cycle est proposé.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux étudiés sont des *Typhlonectes compressicaudus* femelles capturés dans les marais de Kaw, au sud de Cayenne (Guyane française) au cours de missions (Delsol-Lescure, 1979, Delsol, 1980) et de différents prélèvements ponctuels. Les organes, fixés au liquide de Bouin ou au formol tamponné, ont été inclus à la paraffine et débités en coupes de 5 μ m. Certains ont été coupés à la congélation (les études anatomiques ont été effectuées après coloration) classiques: trichrome de Masson-Goldner, azan de Roméis, APS.

Au niveau de l'ovaire, une activité de $\Delta 5-3\beta$ HSDH a été mise en évidence (Exbrayat et Collenot, 1983).

La localisation de deux hormones oestrogènes (17 β oestradiol et oestriol) a pu être effectuée par une technique d'immunocytologie indirecte, inspirée des travaux de Schulz (1986) portant sur l'ovaire de la truite arc-en-ciel. L'étude a porté sur des coupes obtenues à partir de 5 ovaires d'animaux capturés en janvier et 6 ovaires d'animaux capturés en février. Après avoir inhibé les peroxydases endogènes des tissus, un premier anticorps spécifique de l'hormone recherchée, préparé à partir d'un sérum de lapin, a été mis au contact des coupes, puis un deuxième anticorps dirigé contre le sérum de lapin et marqué à la peroxydase, a permis de visualiser le premier anticorps. La révélation de l'activité peroxydasique a été effectuée à l'aide de la diaminobenzidine (DAB). Les sites d'activité sont alors marqués par un précipité brun ou noir. Différents témoins ont été réalisés: sur certaines coupes, le premier anticorps a été remplacé par du tampon PBS utilisé pour les dilutions et les rinçages ou par du sérum de lapin non spécifique (Témoin 1). Sur d'autres, le deuxième anticorps a été remplacé par du PBS (Témoin 2). Sur un troisième jeu, les coupes déparaffinées et hydratées ont été mises au contact du DAB sans application des anticorps I et II (Témoin 3). Enfin, sur un quatrième lot de témoins, qui ne concerne que des coupes de février et le seul 17 β oestradiol, le premier anticorps a été dilué en présence de l'hormone recherchée afin d'inhiber son action immunologique (Témoin 4).

Le nombre de coupes de follicules a été compté pour chaque essai et

chaque témoin. Seuls les follicules mesurant plus de 1,2 mm de diamètre et contenant donc un ovocyte rempli de plaquettes vitellines ont été pris en compte. Pour chaque ovaire considéré, nous avons calculé le rapport des coupes marquées au nombre total de coupes. Pour le mois de janvier et de février, pour chaque hormone testée et pour chaque témoin, le pourcentage moyen de coupes marquées a ensuite été calculé. Les moyennes ont été comparées par le test t de Student.

Les coupes d'hypophyse ont été colorées par le trichrome de Cleveland et Wolfe, spécifique de la cytologie hypophysaire (Gabe, 1968). Les différents types cellulaires ont reçu l'application de sérums anti-LH et anti-PRL (prolactine) selon la méthode immunocytologique décrite par Exbrayat et Morel (1990).

III - RÉSULTATS

A . Cycle de reproduction (fig. 1)

Les femelles de *Typhlonectes compressicaudus* ont un cycle sexuel biennal étroitement lié aux alternances saisonnières. Au cours de la première année, entre octobre et janvier, c'est-à-dire du milieu de la saison sèche jusqu'au début de la saison des pluies, les ovogonies situées dans des «nids germinaux» sont nombreuses et en phase de division. Des figures de mitoses peuvent être observées. Certains ovocytes augmentent de volume, se chargent de plaquettes vitellines orangeophiles caractéristiques. Leurs follicules mesurent alors 1,2 à 2 mm de diamètre. Parallèlement, les voies génitales se développent. L'oviducte jusqu'alors indifférencié, se divise en partie tubaire antérieure flexueuse et glandulaire, et en partie utérine postérieure dont la paroi est recouverte de cellules sécrétrices et de quelques cellules ciliées. Parallèlement, la paroi du cloaque, jusqu'alors recouverte d'un épithélium peu glandulaire, se couvre de mucocytes. C'est également à cette époque que les organes de réserve commencent à augmenter de volume.

Les ovulations interviennent à partir de février. Par la suite, jusqu'en août-septembre, on observe la présence d'embryons dans les voies génitales. Les follicules rompus évoluent en corps jaunes. Les follicules les plus gros qui n'ont pas atteint leur maturité deviennent atrétiques. Les nids germinaux persistent toujours mais sont réduits. La partie tubaire reste glandulaire pendant quelque temps. Les ovocytes sont enveloppés par une sécrétion muqueuse issue des glandes tubaires. Des fécondations ont été observées (Hraoui-Bloquet et Exbrayat, sous presse). Par la suite, des ovocytes non fécondés sont dégradés sur place. La partie tubaire revient à l'état d'inactivité en juillet, alors que les femelles contiennent des larves intra-utérines de grande taille. L'utérus est le siège de modifications histologiques importantes, liées à l'état de développement des embryons. Les réserves sont épuisées en fin de gestation.

A partir de septembre-octobre, après la parturition, l'appareil génital retrouve un état d'inactivité: ovocytes de petite taille, voies génitales peu différenciées, organes de réserve peu volumineux.

Entre octobre et février de la deuxième année du cycle, on observe une

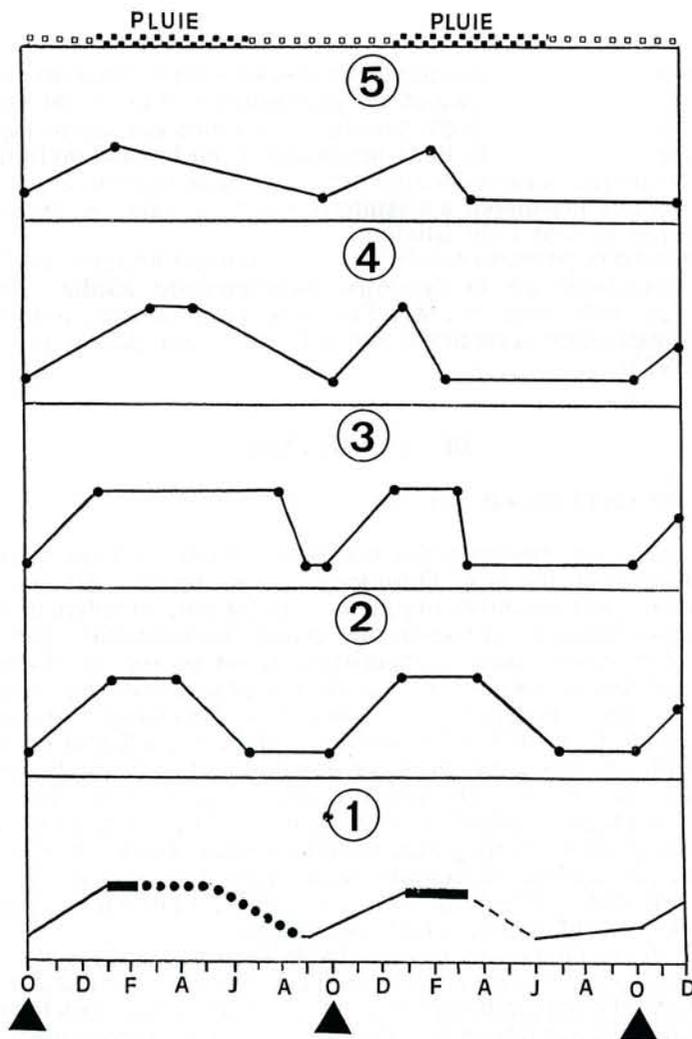


Figure 1 : Représentation schématique des variations cycliques des organes génitaux et endocrines de *Typhlonectes compressicaudus* femelle. Les mois sont portés en abscisse, les sens des variations des paramètres utilisés pour chaque organe sont portées en ordonnée.

1 : Cycle de l'ovaire

— follicules en cours de maturation

■ follicules matures

●●● corps jaunes

- - - follicules atrétiques

2 : Variations du diamètre de la partie antérieure de l'oviducte

3 : Variations de la partie utérine de l'oviducte

4 : Variations de la surface des cellules gonadotropes

5 : Variations de la surface des cellules lactotropes

nouvelle évolution de l'appareil génital. En février, il n'y a pas d'ovulation. Les follicules de taille importante deviennent atrétiques. Les voies génitales reviennent à l'état de repos. Les organes de réserve diminuent de volume. En octobre suivant, un nouveau cycle démarre.

B . Évolution de l'ovaire endocrine (fig.2)

Afin de comprendre la régulation endocrine du cycle de reproduction, nous avons d'abord examiné la structure histologique du follicule ovarien.

Pendant sa première phase de croissance, chaque ovocyte est enveloppé d'une couche unique de cellules folliculaires aplaties et jointives, situées au contact direct de la membrane plasmique.

Par la suite, dans les follicules de 1,2 mm de diamètre, cette couche folliculaire est séparée de l'ovocyte, alors rempli de volumineuses plaquettes, par une mince membrane vitelline APS positive. Le conjonctif sous-jacent est organisé en thèque. Puis la membrane vitelline s'épaissit. Les cellules folliculaires, toujours aplaties, augmentent de volume, la thèque devient vascularisée.

Le follicule augmente encore de volume et finit par atteindre sa taille maximale : 2mm de diamètre. La membrane vitelline est épaissie. Les cellules de la granulosa sont d'abord cubiques et disposées sur une seule couche. Puis elles augmentent encore de volume, se disposent sur une ou deux couches et semblent flotter dans la membrane vitelline alors très épaissie. Le follicule a atteint son état de maturité maximale. Il est prêt à continuer son évolution : ovulation ou atrésie.

Les méthodes histochimiques ont permis de montrer la présence de granulations lipidiques et d'une activité stéroïdogène au niveau des cellules de la granulosa des follicules mesurant au moins 750 μm de diamètre, c'est-à-dire juste avant que les ovocytes ne comportent des plaquettes vitellines de grande taille (Exbrayat et Collenot, 1983).

Les résultats de l'étude immunocytoologique sont donnés dans le tableau I. Dans tous les ovaires étudiés, seuls les follicules de grande taille (au moins 1,2 mm de diamètre) et contenant un ovocyte rempli de plaquettes vitellines sont marqués. Les coupes mises au contact des anticorps spécifiques sont plus souvent marquées que les coupes-témoins, bien que certaines de ces dernières présentent un marquage positif non spécifique souvent discret, que nous ne pouvons expliquer. Les différences observées entre les pourcentages de coupes marquées sont cependant significatives. Enfin, notons qu'aucun marquage n'a été observé sur des coupes de rein, de foie ou de muscle.

Lorsque des cellules folliculaires sont aplaties, ce qui est le cas pour les animaux capturés en janvier, seulement 68% des coupes étudiées sont marquées et le marquage est localisé au contact de la membrane vitelline.

En février, alors que les cellules folliculaires de grande taille sont situées sur une ou deux couches, le marquage affecte 85 à 88% des coupes étudiées. Les précipités sont situés entre les cellules folliculaires peu jointives. Dans les follicules les plus évolués, un marquage intense est observé entre les cellules de la granulosa et la membrane de l'ovocyte. Notons également qu'un marquage est toujours observé au niveau du conjonctif.

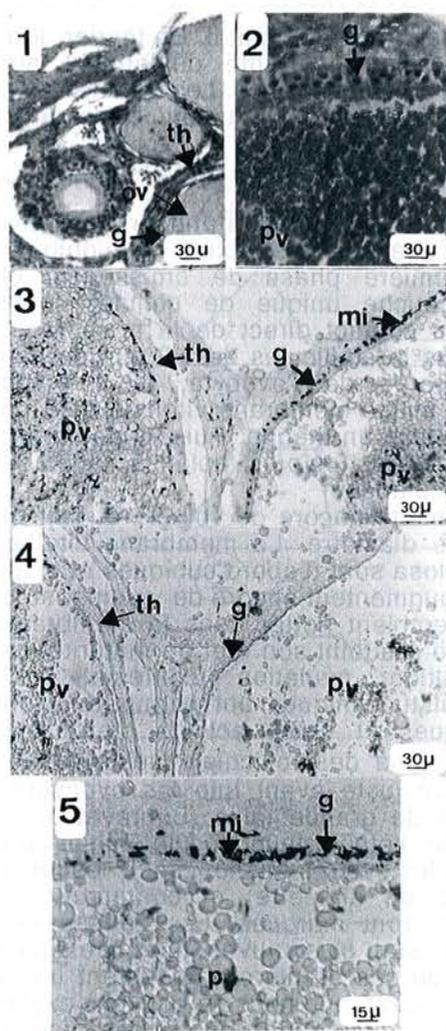


Figure 2 : Ovaires de *Typhonectes compressicaudus*.

1 : follicules en phase de croissance. Les ovocytes (ov) sont chargés de matériel granulaire. Les cellules folliculaires de la granulosa (g) sont très aplaties. Le follicule est enveloppé par une thèque conjonctive (th).

2 : follicule de grande taille, proche de l'ovulation. L'ovocyte est chargé de plaquettes vitellines (PV) caractéristiques. Les cellules de la granulosa (g) sont de grande taille et disposées sur deux couches.

3 : détection immunocytoologique de 17β oestradiol sur une coupe de follicule. Le marquage (mi) est observé au niveau cellules de la granulosa (g). Quelques précipités sont observés au niveau de la thèque (th).

4 : Coupe-témoin sans anticorps spécifique.

5 : détail du marquage immunocytoologique. Les précipités (mi) sont observés entre les cellules de la granulosa (g).

A partir de février, pendant la gestation, des corps jaunes persistent et évoluent. Ils sont au départ formés par la prolifération des cellules de la granulosa. Par la suite, des cellules de la thèque s'infiltrent entre ces dernières, les corps jaunes deviennent alors vascularisés et leur structure cytotologique de plus en plus complexe. A la fin de la gestation, ils dégènèrent. La détection de l'activité $\Delta 5 3\beta$ HSDH a permis de montrer leur activité stéroïdogène (Exbrayat et Collenot, 1983). Par ailleurs, après incubation de corps jaunes de *Typhlonectes compressicaudus* avec un précurseur radioactif de la progestérone, on a pu mettre en évidence, dans le milieu d'incubation et dans le tissu ovarien, la présence de progestérone radioactive (Xavier et Exbrayat, non publié). Les corps jaunes ont donc une activité endocrine pendant la gestation.

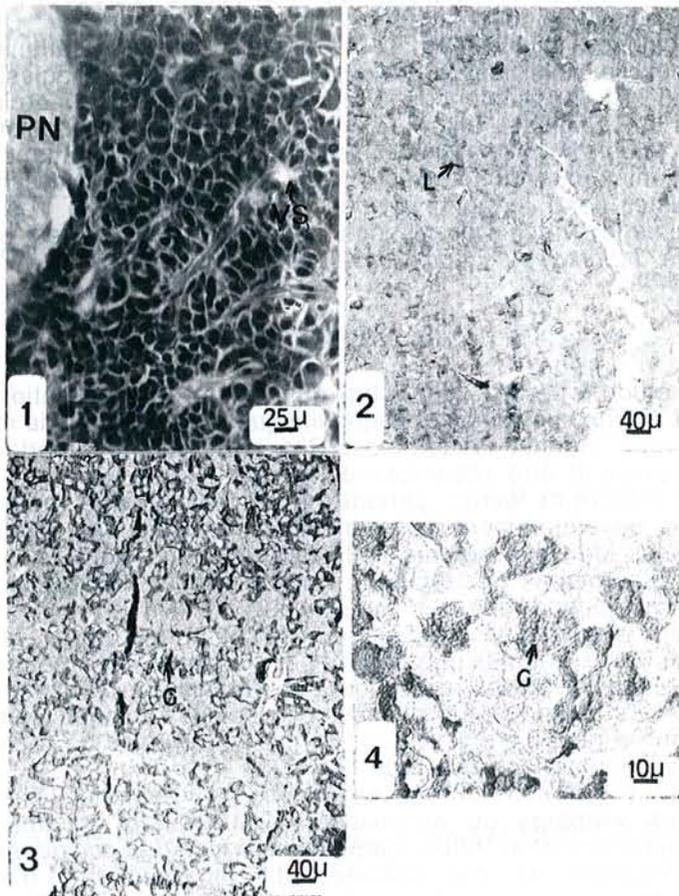


Figure 3 : Adénohypophyse de *Typhlonectes compressicaudus*.

1 : vue générale de l'hypophyse. PN: pars nervosa; VS: vaisseau sanguin.

2 : détection immunocytoologique des cellules lactotropes (L) sur une coupe d'hypophyse.

3 et 4 : détection immunocytoologique des cellules gonadotropes (G) sur une coupe d'hypophyse.

C . L'hypophyse (fig. 3)

L'examen cytologique de l'hypophyse d'animaux étudiés à différentes périodes de leur cycle de reproduction a permis de mettre en évidence des variations volumétriques des cellules gonadotropes et lactotropes (Exbrayat et Morel, 1990).

Les cellules gonadotropes, colorées par le trichrome de Cleveland et Wolfe apparaissent colorées en bleu avec parfois quelques granulations intra-cytoplasmiques roses. Elles réagissent positivement avec un sérum anti-LH. Leur volume augmente d'octobre à avril puis diminue progressivement pendant la gestation. Elles atteignent alors une taille minimale. En octobre suivant, ces cellules amorcent une nouvelle croissance mais, en février, elles commencent à régresser pour rester à une taille minimale jusqu'au début du cycle suivant.

Les cellules lactotropes sont emplies de granulations orangées révélées par le trichrome de Cleveland et Wolfe. Elles réagissent avec un sérum anti PRL. Au moment de la reproduction, et au début de la gestation, leur taille est maximale, ainsi qu'à l'ébauche du cycle de deuxième année. Chez les femelles en gestation, elles diminuent régulièrement de volume. Chez les animaux en inactivité sexuelle, leur taille subit des fluctuations.

Il existe donc également des corrélations entre les variations cytologiques et volumétriques des cellules hypophysaires et l'appareil génital de *Typhlonectes compressicaudus*.

IV - DISCUSSION

Cette étude a permis de montrer qu'il existe des corrélations entre les variations morphométriques et histochimiques des organes de reproduction et celles des organes endocrines. Ces corrélations, reportées dans la figure 4, peuvent être résumées de la façon suivante:

1 - entre octobre et février, période de préparation à la reproduction, on observe le développement simultané des ovocytes, des voies génitales, des organes de réserve, les follicules ovariens sont le siège d'une synthèse d'hormones oestrogènes; on observe également l'hypertrophie des cellules gonadotropes et lactotropes;

2 - pendant la gestation, on observe le maintien de l'utérus, la diminution volumétrique des organes de réserve; parallèlement, on note une évolution morphologique des corps jaunes qui élaborent de la progestérone et une diminution volumétrique progressive des cellules hypophysaires;

3 - pendant la phase d'inactivité sexuelle, les organes de reproduction et les organes endocrines ont tous régressé.

De telles corrélations ont été mises en évidence chez d'autres Amphibiens vivipares ou ovovivipares (*Salamandra salamandra*, Joly, 1986; *Salamandra atra*, Vilter, 1986; *Nectophrynoides occidentalis*, Xavier, 1986). L'examen de ces données devrait permettre d'établir, par comparaison, un premier schéma de la régulation hormonale du cycle de reproduction de *Typhlonectes*.

Pendant la phase de croissance folliculaire, chez ces différentes espèces, l'effet de l'hormone gonadotrope sécrétée par les cellules

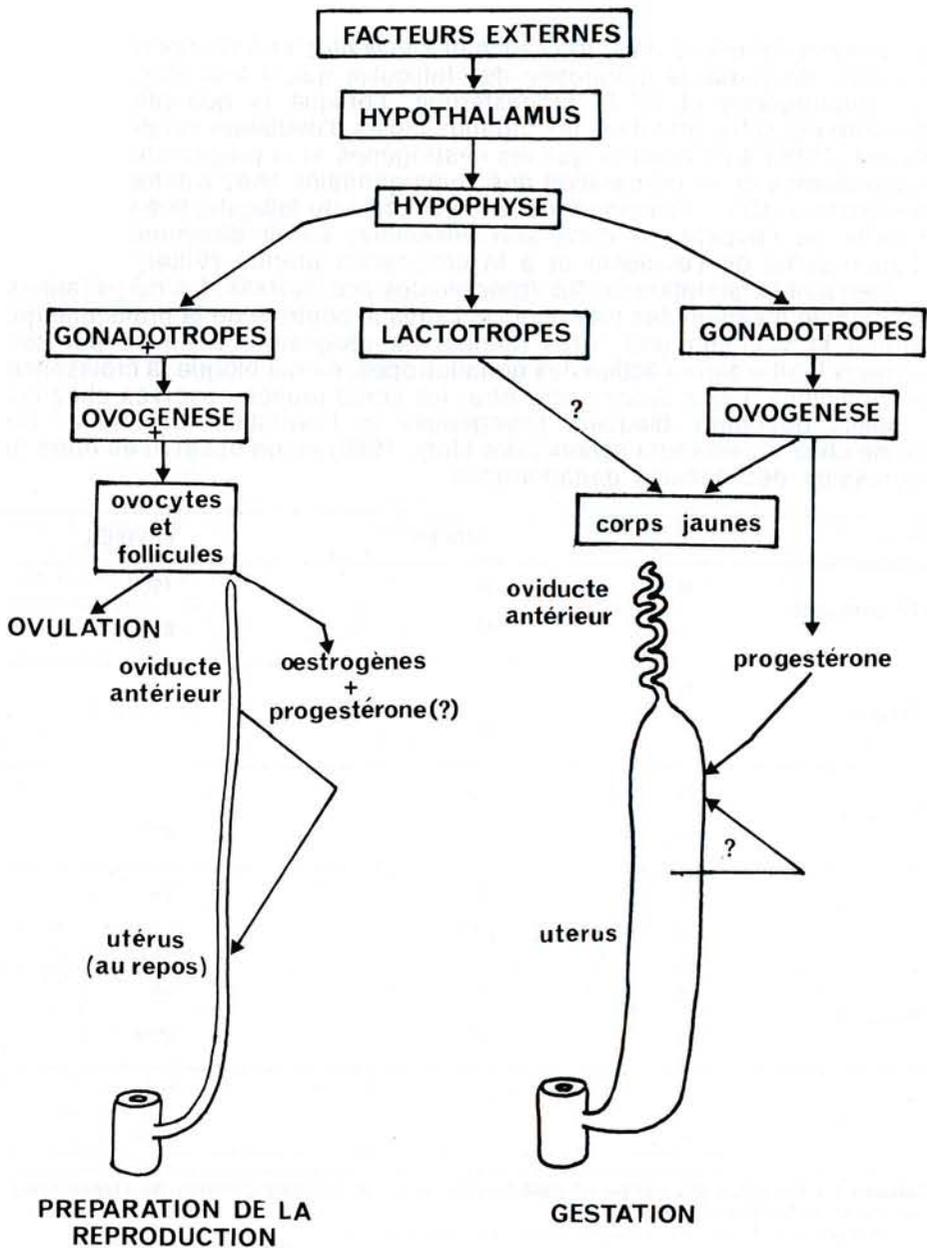


Figure 4 : Représentation schématique de la régulation hormonale du cycle de reproduction femelle de *Typhlonectes compressicaudus*.

hypophysaires est lié à la croissance des follicules et à l'ovogenèse. Cette hormone provoque la maturation des follicules qui, à leur tour, sécrètent des oestrogènes et de la progestérone. Lorsque la quantité de cette dernière est suffisante dans les organes-cibles, l'ovulation est déclenchée. Xavier (1986) a pu montrer que les oestrogènes et la progestérone étaient responsables de la préparation des voies génitales chez *Nectophrynoïdes occidentalis*. Chez *Salamandra atra*, l'évolution du follicule, liée elle-même à celle de l'hypophyse dans son ensemble, paraît directement liée à l'hypertrophie de l'oviducte et à la croissance utérine (Vilter, 1986).

Pendant la gestation de *Nectophrynoïdes occidentalis*, les corps jaunes assurent le maintien des utérus et ceci sous le contrôle de la prolactine qui permet le maintien des corps jaunes. La progestérone émise par ces derniers inhibe alors l'action des gonadotropes, ce qui bloque la croissance des follicules. Chez *Salamandra atra*, les corps jaunes observés chez les femelles gestantes bloquent l'ovogenèse et l'évolution folliculaire. De même chez *Salamandra salamandra* (Joly, 1986) où on observe en outre la régression des cellules gonadotropes.

MOIS		JANVIER	FÉVRIER
17 β oestradiol	N	161	190
	%	68%	85%
Oestriol	N	169	200
	%	68%	88%
Témoin 1	N	258	334
	%	30%	28%
Témoin 2	N	30	79
	%	27%	30%
Témoin 3	N	41	99
	%	17%	26%
Témoin 4	N	-	34
	%	-	29%

Tableau I : Détection des hormones oestrogènes dans les follicules ovariens de *Typhlonectes compressicaudus* par immunocytologie.

N : nombre de coupes de follicules ayant reçu les anticorps.

% : proportion de coupes de follicules présentant un marquage positif.

Témoin 1 : l'anticorps primaire (donc spécifique) a été remplacé par du tampon PBS ou du sérum de lapin non spécifique.

Témoin 2 : l'anticorps secondaire a été remplacé par du tampon PBS.

Témoin 3 : aucun anticorps n'a été mis au contact des coupes.

Témoin 4 : l'anticorps spécifique du 17 β oestradiol a été mis préalablement au contact du 17 β oestradiol.

A partir des résultats obtenus chez *Typhlonectes compressicaudus* et des données qui précèdent, un schéma de la régulation hormonale des variations cycliques de l'appareil génital peut être proposé pour les femelles de cette espèce.

1 - Pendant la phase de préparation à la reproduction, les gonadotropes auraient un effet sur la croissance des ovocytes et des follicules conduisant à la maturité de ces derniers; elles pourraient également jouer un rôle dans l'accumulation des réserves au niveau du foie et des corps adipeux. Les follicules, en se développant, sécrètent des quantités croissantes d'hormones oestrogènes et peut-être de progestérone qui vont intervenir dans la régulation du développement des voies génitales. A la maturité, l'importante décharge hormonale conduit à l'ovulation.

2 - Pendant la gestation, les corps jaunes émettent de la progestérone, ce qui permet le maintien des utérus. Comme il a été montré chez *Nectophrynoïdes occidentalis* (Xavier, 1986), ces corps jaunes pourraient être à leur tour sous le contrôle de la prolactine, puisque les cellules lactotropes évoluent à cette période. Il n'est pas non plus exclu que le maintien de la gestation soit sous le contrôle des embryons, comme c'est le cas également chez *Nectophrynoïdes occidentalis*. La sécrétion d'hormone gonadotrope diminue, ce qui pourrait se traduire par le blocage de l'ovogenèse et de l'évolution des follicules et le retour à l'état de repos de la partie antérieure de l'oviducte.

3 - Pendant l'inactivité sexuelle, les cellules hypophysaires et l'ovaire endocrine sont au repos, ce qui se traduit par la présence de voies génitales indifférenciées et probablement par la diminution volumétrique des organes de réserve.

Cet essai d'explication de la régulation endocrine peut être accompagnée d'une hypothèse concernant l'intervention de facteurs externes. Il est intéressant de noter qu'après une gestation ou une phase de repos, l'ensemble des organes se prépare à la reproduction, à partir d'octobre, période pendant laquelle les eaux se sont retirées. A cette période, les *Typhlonectes* vivent dans la vase, sous une litière de végétaux (Lescure, communication personnelle). Ceci a pour conséquence de faire coïncider la phase active de la reproduction avec la saison des pluies. Le facteur déclenchant de la reproduction ne serait donc pas la pluie mais la période de basses eaux qui précède cette saison humide. Si l'on modifie expérimentalement les alternances saisonnières, on provoque une modification du cycle de reproduction (Exbrayat et Laurent, 1986). La régulation du cycle de reproduction de *Typhlonectes compressicaudus* est donc parfaitement adaptée à son environnement climatique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BHATTA, G.K. (1986) - Some aspects of reproduction in the Apodan Amphibia *Ichthyophis*. Ph.D. Univ. Karnatak - Darwad, India, 219 p.
- DOERR-SCOTT, J., ZUBER-VOGELI, M. (1984) - Immunohistochemical study of the adenohypophysis of *Typhlonectes compressicaudus* (Amphibia Gymnophiona). *Cell Tiss. Res.* 235: 211-214
- DOERR-SCOTT, J. ZUBER-VOGELLI, M. (1986) - Cytologie et immunocytologie de l'hypophyse de *Typhlonectes compressicaudus*. *Mém. Soc. Zool. Fr.*, 43: 77-79.
- EXBRAYAT, J.-M. (1986) - Quelques aspects de la biologie de la reproduction chez *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841), Amphibiens Apode. Thèse Doct. Etat ès Sci. nat., Univ. Paris VI, 308 p. résumé in *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 38: 20-23.
- EXBRAYAT, J.-M. (1988 a) - Croissance et cycle des voies génitales femelles de *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841), Amphibien apode vivipare, *Amphibia Reptilia*, 9 : 117-134.
- EXBRAYAT, J.-M. (1988 b) - Variations pondérales des organes de réserve (corps adipeux et foie) chez *Typhlonectes compressicaudus*, Amphibien apode vivipare, au cours des alternances saisonnières et des cycles de reproduction. *Ann. Sci. nat., Zool.*, 13^{ème} série, 9: 45-53.
- EXBRAYAT, J.-M. (1989) - The cytological modifications of the distal lobe of the hypophysis in *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril and Bibron, 1841), Amphibian Gymnophiona, during the cycles of seasonal activity..I - In adult males. *Biol. struct. and Morph.*, 2 (4) : 117-123.
- EXBRAYAT, J.-M. (1991) - Anatomie du cloaque chez quelques Gymnophiones. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 58: 31-43.
- EXBRAYAT, J.-M., COLLENOT, G. (1983) - Quelques aspects de l'évolution de l'ovaire de *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841), Batracien Apode vivipare. - Etude quantitative et histochimique des corps jaunes. *Reprod., Nutr., Dévelop.*, 23 (5) : 889-898.
- EXBRAYAT, J.-M., DELSOL, M. (1985) - Reproduction and growth of *Typhlonectes compressicaudus*, a viviparous Gymnophione. *Copeia*, 1985 (4): 950-955.
- EXBRAYAT, J.-M., HRAOUI-BLOQUET, S. (1991) - La nutrition embryonnaire et les relations foeto-maternelles chez *Typhlonectes compressicaudus*, Amphibien Gymnophione vivipare. *Bull. Sc. Herp. Fr.*, 61 : 51-59.
- EXBRAYAT, J.-M., LAURENT, M.-T. (1986) - Quelques observations sur la reproduction en élevage de *Typhlonectes compressicaudus*, Amphibien apode vivipare. Possibilités de rythmes endogènes. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 40: 52-62.
- EXBRAYAT, J.-M., MOREL, G. (1990 paru 1991) - The cytological modifications of the distal lobe of the hypophysis in *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril and Bibron, 1841), Amphibian Gymnophiona, during the cycles of seasonal activity. II - In adult females. *Biol. struct. and Morph.*, 3 (4): 129-138.
- EXBRAYAT, J.-M., DELSOL, M. FLATIN, J. (1986) - *Typhlonectes compressicaudus*, Amphibien apode vivipare de Guyane. *Le littoral Guyanais* (SEPANGUY-SEPANRIT) : 119-124.
- GABE, M. (1968) - Techniques histologiques, Masson Ed., Paris, 113 p.

- GABE, M. (1972) - Copntribution à l'histologie du complexe hypothalamo hypophysaire d'*Ichthyophis glutinosus* L. (Batracien apode). *Acta Anat.*, 2: 253-269.
- HRAOUI-BLOQUET, S., EXBRAYAT, J.-M. (1992) - Développement embryonnaire du tube digestif chez *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841), Amphibien Gymnophione. *Bull. Soc. Zool. Fr.*
- HRAOUI-BLOQUET, S., EXBRAYAT, J.-M. (sous presse) - La fécondation chez *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841) Amphibien Gymnophione. *Ann. Sci. nat. zool.*, 13^{ème} série, 13 : 11-23
- JOLY, J. (1986) - La reproduction de la Salamandre terrestre, *Salamandra salamandra* L. In *Traité de Zoologie*, XIV, Batraciens, Tome IB, Grassé P.P. et Delsol M. (Dir.), Masson Ed., Paris : 471-486.
- LESCURE, J. (1981) - Les Amphibiens Apodes de Guyane française. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 43: 145-177.
- MASOOD PARVEEZ (1987) - Some aspects of reproduction in the female apodan Amphibian *Ichthyophis*. PhD. Univ. Karnatak- Darwad, India, 205 p.
- SAMMOURI, R., RENOUS, S., EXBRAYAT, J.-M., LESCURE, J. (1990) - Développement embryonnaire de *Typhlonectes compressicaudus* (Amphibia, Gymnophiona). *Ann. Sci. nat., Zool.*, 13^{ème} sér., 11: 135-163.
- SARASIN, R., SARASIN, F. (1887-1890) - Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonsishen Blindwühle *Ichthyophis glutinosus* L. in : *Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon*. C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden, 2: 153-263.
- SCHUBERT, C., WELSCH, U., GOOS, H. (1977) - Histological, immuno and enzyme-histochemical investigations on the adenohipophysis of the Urodeles, *Mertensiella caucasica* and *Triturus cristatus* and the Caecilian *Chthonerpeton indistinctum*. *Cell tissue Res.*, 185: 339-349.
- SCHULZ, R. (1986) - Immunohistological localization of 17 β -estradiol and testosterone in the ovary of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) during the proovulatory period. *Cell Tissue Res.*, 245: 629-633.
- TONUTTI, E. (1931) - Beitrag zur Kenntnis des Gymnophionen. XV: Das genitalsystem. *Morph. Jahrb.*, 68: 151-292.
- VILTER, V. (1986) - La reproduction de la salamandre noire (*Salamandra atra*) in *Traité de Zoologie*, XIV, Batraciens, Tome IB, Grassé P.P. et Delsol M.(Dir.), Masson Ed., Paris: 487-495.
- WAKE, M.H. (1968) - Evolutionnary morphology of the caecilian urogenital system. Part II: the kidneys and urogenital system, Part I : the gonads and fat bodies. *J. Morph.*, 126: 291-332.
- WAKE, M.H. (1970 a) - Evolutionnary morphology of the caecilian urogenital system. Part II: the kidneys and urogenital ducts. *Acta Anat.*, 75: 321-358.
- WAKE, M.H. (1970 b) - Evolutionnary biology of the caecilian urogenital system. Part III : the bladder. *Herpetologica*, 26 (1): 120-128.
- WAKE, M.H. (1972) - Evolutionary biology of the Caecilian urogenital system. Part IV: the cloaca. *J. Morph.*, 136: 353-366.

WAKE, M.H. (1977) - The reproductive biology of Caecilians. An evolutionary perspective. *In* The reproductive biology of Amphibians (D.H. Taylor and S.I. Guttman, eds) Miami Univ., Oxford, Ohio: 73-100.

WAKE, M.H. (1980) - Reproduction, growth and population structure of the central american Caecilian *Dermophis mexicanus*. *Herpetologica*, 36 (3) : 244-256.

XAVIER, F. (1986) - La reproduction de *Nectophrynoides*. *In* Traité de Zoologie, XIV, Batraciens, Tome IB, Grassé P.P. et Delsol M. (Dir.), Masson Ed., Paris: 497-513.

ZUBER-VOGELI, M., DOERR-SCHOTT, J. (1981) - Description morphologique et cytologique de l'hypophyse de *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril et Bibron, 1841) (Amphibien Gymnophione de Guyane française). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 292: 503-506.

J.M. EXBRAYAT
Laboratoire de Biologie générale et Histologie,
Université catholique de Lyon;
Laboratoire d'étude du développement postembryonnaire
des Vertébrés inférieurs,
E.P.H.E., 25 rue du Plat, 69288 Lyon Cedex 02 (France)

UTILISATION DES «PUCES» POUR LE MARQUAGE DES REPTILES

par

Jean-Marc PÉRICARD et Jean-Jacques BOISARD

Résumé - Les implants de «puce» électronique représentent une nouvelle méthode de marquage individuel des animaux. Sur les Reptiles, les méthodes de marquage individuel utilisées jusqu'à maintenant (morphologie naturelle et marques accidentelles, code «anatomique», marque externe artificielle, tatouage, radio-isotope) sont souvent peu satisfaisantes, et aucune n'est valable pour toutes les espèces. L'utilisation des puces électroniques sur les Reptiles est présentée d'un point de vue technique (implantation, tolérance, durée de vie, lecture, connexion informatique) et commercial (marques, coût). L'usage potentiel d'un tel système est discuté selon ses aspects officiels et juridiques (protection contre le vol, identification officielle), et selon son utilité dans la conduite des élevages et la recherche scientifique.

Mots-clés : Marquage. Identification. Transpondeur. Puce électronique. Reptiles.

Summary - The implanting of electronic microchips is a new method for marking individual animals. Methods for reptiles used to date (natural morphology and accidental marks, «anatomic» codes, external artificial marking, tattooing, radioactive tagging) have not always been satisfactory, and none can be used for species in general. Marking reptiles with electronic microchips is described from a technical (implantation, tolerance, life-span, reading, computer connection) and commercial point of view (trademark, cost). Adoption of the technique is discussed in official and legal terms (protection against robbery, formal identification), and in relation to being a tool for research and captive breeding.

Key-words : Marking. Identification. Transponder. Electronic microchip. Reptiles

I - INTRODUCTION

L'identification individuelle des Reptiles et Amphibiens est un problème auquel ont été confrontées de nombreuses personnes, et qui pourtant n'a pas encore de solution satisfaisante. Or une méthode de reconnaissance et d'identification de chaque individu serait fort utile à la conduite des élevages amateurs ou professionnels (parcs zoologiques, enseignants, chercheurs, instituts médicaux, etc...), au contrôle des déplacements d'animaux par les organismes nationaux ou internationaux qui en ont la responsabilité pour des raisons sanitaires ou de protection des espèces, ainsi que dans de nombreux domaines de recherche scientifique. Une nouvelle méthode d'identification par «puce» électronique est maintenant disponible. Nous avons commencé à l'utiliser à la Réserve Africaine de Sigean sur quelques individus des espèces suivantes : le Boa arc en ciel *Epicrates cenchria*, le Python réticulé *Python reticulatus*, le Crocodile à front large *Osteolaemus tetraspis*, et la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni*.

II - DIFFÉRENTS TYPES DE MARQUAGE INDIVIDUEL DES REPTILES ET AMPHIBIENS

Différents types de marquage individuel sont utilisables chez les Reptiles et Amphibiens. Une bonne synthèse bibliographique, bien que non exhaustive, a été faite par Ferner en 1979 et Swingland 1978 *Marking Reptiles*. In, B. Stonehouse (cd), *Animal Marking*, Mac Millian, London p119-132. Nous ne rappelons ici que les grandes catégories illustrées de quelques exemples.

A. Morphologie individuelle

1. Morphologie naturelle

Chez certaines espèces, les différences morphologiques naturelles sont suffisamment accentuées d'un individu à l'autre pour servir de base à leur reconnaissance. Par exemple: les taches de la tête des Pythons molures *Python molurus bivittatus*, ou les taches du plastron des Tortues de Floride *Pseudemys scripta* (Gagliano 1987).

2. Marques accidentelles

Des marques accidentelles peuvent également être très caractéristiques, par exemple les cicatrices et amputations des Tortues luth *Dermochelys coriacea* ou des Tortues vertes *Chelonia mydas* (Fretey, 1992).

B. Codes «anatomiques»

Un certain nombre de codes, basés sur une modification provoquée d'une caractéristique anatomique, choisie en fonction de l'espèce, ont été utilisés par des chercheurs. Par exemple:

- échancrures sur les écailles marginales des tortues (le premier code semble décrit par Cagle, 1939, puis de nombreux autres dont celui de Stubbs *et al.*, 1984, sur la Tortue d'Hermann)
- amputations des phalanges des doigts des lézards ou Amphibiens (le premier code semble décrit par Martof, 1953)
- ablations d'écailles chez les serpents (décrit pour la première fois par Blanchard et Finster, 1933)

C. Marques externes artificielles

Des marques externes artificielles peuvent être posées sur certaines espèces, par exemple: les bagues en acier sur les pattes des tortues de mer, les bagues sur la queue des serpents (Naulleau, 1965), la peinture sur la carapace des tortues terrestres, des marques ou numéros collés, etc.

D. Tatouage

Le tatouage est possible sur les serpents (Woodbury, 1956, cité par Ferner 1979) et sur d'autres espèces dans les zones claires, mais cette technique reste difficile et très peu utilisée.

E. Radio-isotopes

Certains radio-isotopes, comme le Cobalt 60, ont été utilisés pour détecter des animaux marqués (Naulleau et Courtois, 1965). Cette méthode ne serait sans doute plus autorisée actuellement en raison du danger pour l'homme et l'animal et de la réglementation sur les produits radioactifs.

F. Implant de transpondeur ou «puce»

Cette technique est décrite en détail ci-après.

III - LES TRANSPONDEURS DITS «PUCES»

A. Principe

Un transpondeur est implanté dans un animal. Un lecteur émet une onde radio, captée par l'antenne du transpondeur, élément passif, sans pile ni batterie. Elle active la puce électronique qui émet un signal codé capté par le lecteur, amplifié, et décodé sous forme d'un numéro unique. Le code à 10 signes alphanumériques permet 34 milliards de combinaisons.

B. Les différentes marques sur le marché international. Compatibilité. Standardisation

Il existe plusieurs fabricants et distributeurs de transpondeurs (CBSG News, 1990) (CBSG News, 1991).

Le groupe de travail sur l'identification animale permanente de l'UICN/CBSG a choisi en 1991 le système Trovan AEG commercialisé en Europe par Euro ID (CBSG News, 1991) parmi 6 modèles testés (4 de Destron/I.D.I., 1 de American Veterinary Identification Devise, 1 de Trovan AEG). Mais depuis, d'autres marques sont commercialisées en Europe par de grandes firmes françaises de médicaments vétérinaires: les transpondeurs Indexel (le plus petit) ou Infodex (le plus long) conçus par Destron, fabriqués en Europe, et commercialisés par Rhône Mérieux, et un transpondeur commercialisé par Reading. Leurs caractéristiques sont très proches, et il est probable que sera définie assez rapidement une standardisation internationale des différents systèmes d'identification électronique, permettant la compatibilité des lecteurs.

C. Implantation

Le transpondeur mesure 11 mm de long et 2,1 mm (Indexel) à 2,2 mm (Euro ID) de diamètre. Il est implanté par une aiguille stérile. Les sites d'implantation ont été étudiés pour tous les taxons d'animaux par divers spécialistes dont Behlert (1988) en Europe. Des recommandations visant à la standardisation des sites d'implantation ont été faites par l'UICN et le CBSG (CBSG News, 1991 b). Elles préconisent d'implanter sur le côté gauche de l'animal aux endroits suivants:

- Chéloniens : base de la patte postérieure
- Crocodiliens : côté du corps entre l'articulation de la mandibule et l'épaule
- Lézards de grande taille (>12,5 cm du nez au cloaque): région inguinale
- Lézards de petite taille (<12,5 cm): cavité «abdominale»
- Serpents : côté du cou à quelques centimètres de l'articulation mandibulaire

Cependant certains vétérinaires préfèrent utiliser d'autres sites, comme l'injection intra-musculaire dans la queue chez les gros serpents; chez les petits serpents l'injection dans la cavité «abdominale» demanderait à être développée.

D. Innocuité et tolérance de l'implant

La «puce» et l'antenne sont incluses dans un matériau inerte biocompatible. La tolérance semble excellente tant chez les Reptiles (Behlert, 1988) que sur diverses espèces de mammifères: rat (Ball *et al.*, 1988), cheval (Gabel *et al.*, 1987), chat et chien (Cabanié, Grandjean), furet (Fagerstone et Johns), ou d'oiseaux.

E. Durée de vie du transpondeur

La durée de vie du transpondeur devrait être très longue: c'est un système passif sans source d'énergie. Cependant, les premiers essais chez les reptiles ne datent que de 1987.

F. Lecture du code

La lecture du code s'effectue par un lecteur externe. Le lecteur émet des ondes de fréquence 125 kHz (Indexel) à 128 kHz (Trovan). La distance maximale de lecture est d'environ 10 à 20 cm avec les lecteurs portables.

Une distance supérieure est possible, jusqu'à 45 cm actuellement mais avec un transpondeur plus long (28 mm pour l'Infodex de Rhône Mérieux). Le système fonctionne à des températures de -40°C à +70°C. D'après nos essais, la lecture semble possible avec le système Euro ID lorsque l'animal est immergé dans l'eau, ce qui est particulièrement utile pour des reptiles en vivarium. Il faut cependant séparer les animaux entrelacés ou très proches pour être sûr d'attribuer la lecture au bon individu. Enfin des perches pour éloigner la main du point de lecture peuvent être réalisées. Ce dispositif qui est indispensable dans le cas d'une lecture répétée est sans risque pour des serpents venimeux.

G. Connexion informatique

Le lecteur possède une mémoire enregistrant chronologiquement les numéros lus (la capacité de la mémoire est de 3224 codes pour le modèle Trovan LID 500, 1500 codes pour le lecteur Indexel).

Les numéros en mémoire peuvent être transférés directement sur un ordinateur par un cordon de branchement et un logiciel de transfert des données.

Un tel logiciel existe pour tous les types d'ordinateurs chez Indexel de Rhône Mérieux. Chez Trovan, il existerait pour les ordinateurs IBM et compatibles PC, mais pas sur les ordinateurs Macintosh.

H. Coût

Le coût est relativement élevé, approximativement:

- 30 à 55 Frs par puce chez un grossiste, nettement plus au détail avec la pose,

- 2000 à 5000 Frs par lecteur,

- le logiciel de connexion informatique Macintosh ou PC est actuellement fourni gracieusement chez Rhône Mérieux mais sera probablement vendu ultérieurement pour moins de 1000 Frs. Un logiciel de connexion IBM serait disponible chez Euro ID pour 2000 Frs.

I. Résumé des avantages et des inconvénients

	Avantages	Inconvénients et commentaires
Code	Code unique et infalsifiable	Enregistrement d'un code supplémentaire souhaitable Absence de centralisation des codes Détection et exérèse possible
Longévité	Très grande selon les fabricants	A vérifier
Tolérance	Excellente Invisible extérieurement	Pose assez difficile
Modalités de lecture	Simple si connexion informatique réalisée	Lecteur nécessaire Distance de lecture faible Peut nécessiter manipulation de l'animal
Animaux concernés	Utilisation sur toutes les espèces	Taille minimale requise
Connexion informatique	Proposée par Euro ID mais non testée à ce jour. Opérationnelle sur Macintosh par le système Indexel	

IV - UTILISATION DES «PUCES»

A. Aspect officiel et juridique

1. Protection contre le vol

L'identification par «puce» représente une protection supplémentaire contre le vol d'animaux marqués car le numéro est infalsifiable. La standardisation des lieux d'implantation, destinée à favoriser la lecture des puces, peut faciliter une éventuelle exérèse frauduleuse. Mais, implantée par voie intramusculaire ou dans la cavité coelomique, la puce est invisible et son exérèse difficile; cela n'est pas le cas par voie sous-cutanée sur les serpents. L'existence d'un organisme centralisateur des codes accentuerait la protection contre le vol.

2. Identification officielle

L'utilisation des «puces» comme moyen officiel d'identification nécessiterait dans la plupart des cas un agrément des services de contrôle concernés (Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, Douanes, etc.) et leur équipement en lecteurs ainsi qu'un organisme centralisateur des codes permettant la standardisation internationale et la compatibilité des différents systèmes. Il faut souligner que l'implant de «puce» est actuellement le seul système réellement efficace chez les reptiles.

B. Aspect suivi des élevages et/ou recherche

1. Suivi des élevages

Les «puces» permettent de bénéficier de tous les avantages de l'identification individuelle en élevage, c'est-à-dire l'enregistrement pour chaque animal, et non plus sous forme anonyme ou collective, de nombreuses données comme la date de naissance et de décès, le sexe, l'alimentation, la croissance, les accouplements, pontes, mises-bas, la pathologie et les traitements, etc.

2. Recherche herpétologique

Ce système devrait faciliter de nombreuses études scientifiques où le suivi individuel des animaux est nécessaire. C'est le cas par exemple des recherches éco-éthologiques (avec postes fixes?) en vivarium ou en nature (utilisation de l'espace, activité, etc.), et également des études en biologie des populations. C'est en effet un système de grande longévité et non perturbant pour un animal sauvage. On notera cependant que dans tous les cas de figure, la détection des animaux marqués repose sur la fiabilité du lecteur puisque la puce est invisible extérieurement.

V. ANALYSE CRITIQUE ET CONCLUSION

Le fait que le numéro de code ne soit pas maîtrisé (il est attribué par le fabricant) interdit toute personnalisation du codage lors d'une recherche particulière et oblige à enregistrer un code supplémentaire sur les cahiers d'effectifs. Une centralisation des codes pour retrouver un animal dérobé s'avérera nécessaire. La distance de lecture demeure insuffisante pour ne pas troubler les animaux. La durée de vie de l'implant reste à préciser. La lecture directe sur l'ordinateur a été développée par la Société Rhône Mérieux pour le système Indexel. Il est opérationnel pour des élevages d'ovins entre autres. L'enregistrement automatique de la date et de l'heure de la lecture n'est pas prévu alors qu'il serait utile dans de nombreux cas. L'inviolabilité du système n'est pas absolue en cas d'intervention chirurgicale et pose d'un nouvel implant.

Il reste que ce système s'avère très prometteur car il présente de nombreux avantages. C'est le seul procédé utilisable actuellement sur l'ensemble des Reptiles, et certaines imperfections signalées peuvent être corrigées. Une amélioration de l'ordinateur est l'une des conditions nécessaires à son adoption dans les élevages professionnels.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME (1990) - Electronic «Tatoos» offer accurate, versatile animal identification. *CBSG News* 1 (summer): 17.
- ANONYME (1991) - Final report on transponder system testing and product choice as a global standard for zoological specimens. *CBSG News* 2 (1) : 3-4.
- ANONYME (1991 b) - Recommendation for standardized transponder implantation sites. *CBSG News* 2 (3) : 6-7.
- BALL, D.J., ROBINSON, R.L., STOLL, R.E. et VISSCHER, G.E. (1988) - Subchronic evaluation in the rat to a microchip implant used for animal identification. *The Toxicologist* 8 (1) : 263.
- BLANCHARD, F.N. et FINSTER, E.B. (1933) - A method of marking living snakes for future recognition, with a discussion of some problems and results. *Ecology* 14 (4) : 334-347.
- CABANIE, P. - Étude anatomopathologique de la tolérance locale après implantation sous-cutanée chez le chat et le chien d'un transpondeur Indexel (ND). Rapport Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- CAGLE, F.R. (1939) - A system of marking turtles for future identification. *Copeia* : 170-172.
- FAGERSTONE, K.A. et JOHNS B.E. - Transponders as a permanent identification markers for domestic ferrets, Black-footed ferrets, and other Wildlife Report: Denver Wildlife Research Center. Animal and Plant Health Inspection Service, US Department of Agriculture.
- FERNER, J.W. (1979) - A review of marking techniques for Amphibians and Reptiles. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, USA, *Herpetological Circular* n°9, 41 p.
- FRETEY, J. (1992) - Technique d'identification des Luths femelles adultes par leurs blessures et leur chanfrein. 1er congrès international de pathologie des Chéloniens. Gonfaron, France, avril 1992.

GABEL, A.A., KNOWLES, R.C. et WEISBRODE, S.E. (1987) - An electronic identification system for horses. Ohio State University - MVP, November/December 1987: p. 544-547.

GAGLIANO, T. (1987) - La tortue de «Floride» *Chrysemys scripta elegans*. Thèse de doctorat en pharmacie Université Paul Sabatier Toulouse 184 p.

GRANDJEAN, D. (1992) - Report of the use of electronic identification system by transponder injection during the Alpirod 1990-1991-1992. Rapport École Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.

MARTOF, B.S. (1953) - Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. *Ecology* 34: 165-174.

NAULLEAU, G. (1965) - Nouvelle méthode de marquage des serpents. *Vie et Milieu* 16 (2C): 1151-1158.

NAULLEAU, G. et COURTOIS, G. (1965) - L'utilisation du Cobalt 60 pour le marquage des serpents. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 260: 6219-6222.

STUBBS, D., HAILEY, A., PULFORD, E. et TYLER, W. (1984) - Population ecology of European tortoises: Review of field techniques. *Amphibia-Reptilia* 5 : 57-68.

VAN DEN SANDE, P. (1987) - Preliminary report on the use of «implants» for animal marking purposes.

J.-M. PERICARD et J.J. BOISARD
Réserve Africaine de Sigean
11130 SIGEAN (France)

**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, Labo. Anatomie comparée - 2 Place Jussieu - 75251 PARIS Cedex 05

Secrétariat

Jean-Marie EXBRAYAT - Laboratoire d'Histologie / E.P.H.E - Université catholique de Lyon. 25 rue du Plat, 69288 LYON Cedex 02.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président : Jean LESCURE, M.N.H.N. Amphibiens-Reptiles. 25 rue Cuvier, 75005 PARIS

Vice-Présidents : Jean-Pierre BARON, École Maternelle Annexe, Rue de Jericho prolongée, 17000 LA ROCHELLE
Daniel TROMBETTA, 7 Avenue R. Schuman, 77184 EMERAINVILLE

Secrétaire général : Jean-Marie EXBRAYAT (adresse ci-dessus)

Secrétaire adjoint : Alexandre TEYNIÉ, LNSA, Centre de Recherche de Jouy, 78350 JOUY en JOSAS

Trésorier : Jean-Jacques BOISARD, Réserve Africaine, 11130 SIGEAN

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

Autres membres du conseil : Vincent BELS, Daniel HEUCLIN

Membres d'Honneur : Guy NAULLEAU (Cebas/CNRS, 79360 CHIZE). Gilbert MATZ (Fac. Sciences, ANGERS)

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 1994 / MEMBERSHIP

Tarifs (France, Europe, Afrique):	Taux annuel	Bulletin	Total
- adhérents de moins de 20 ans	30	+ 70	= 100 FRF
- adhérents de plus de 20 ans	70	+ 70	= 140 FRF
- bienfaiteurs : minimum			= 200 FRF
- membre conjoint			= 70 FRF
Tarifs (Amérique, Asie, Océanie) :	15	+ 15	= 30 US \$

ABONNEMENTS / SUBSCRIPTION to SHF Bulletin

France, Europe, Afrique	= 160 FRF
Amérique, Asie, Océanie	= 40 US \$

Le service de la revue est assuré aux membres à jour de leur cotisation.

To our members in America, Asia or Pacific area :

The SHF Bulletin is a quarterly. Our rates include the airmail postage in order to ensure a prompt delivery.

CLUB JUNIOR

Adhésion + Abonnement au journal (La muraille vivante)	= 40 FRF
Abonnement au Bulletin de la SHF (facultatif)	= 60 FRF
Total	= 100 FRF

Modalités de règlement :

- Chèque postal : à l'ordre de la SHF, CCP 3796-24 R PARIS
- Chèque bancaire à l'ordre 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 secrétaire 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 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-Marie EXBRAYAT, Laboratoire d'Histologie / E.P.H.E - Université
catholique de Lyon. 25 rue du Plat, 69288 LYON Cedex 02
Tel : 72.32.50.36
Fax : 72.33.50.19

Trésorier

Jean-Jacques BOISARD
Réserve Africaine, 11130 SIGEAN

ADRESSES UTILES

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

Responsable de la commission de protection : J. LESCURE, Laboratoire Amphibiens-
Reptiles, Muséum National d'Histoire Naturelle, 25 rue Cuvier - 75005 PARIS

Responsable de la commission d'ethnoherpétologie et histoire de l'herpétologie :
R. PUJOL, Laboratoire d'Ethnobiologie-Biogéographie. Muséum National d'Histoire
Naturelle. 57 rue Cuvier, 75005 PARIS

Responsable de la commission de terrariophilie : R. SIMON, 12 rue Q.M. Bondon -
29213 PLOUGASTEL

Responsable de la circulaire d'annonces : P. DAVID, 14 rue de la Somme -
94230 CACHAN

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: J. L. ROCHELET, 21 Avenue de la Pommeraie, 78520
LIMAY

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

Responsable du Club Junior SHF : Y. VASSE, 35 rue de Wattignies - 75012 PARIS

Responsable du Groupe Cistude : A. VEYSSET, 3 rue Archimède - 91420 MORANGIS

Responsable du Groupe Venins : J. DETRAIT, 29 rue du Rôle - 91800 BRUNOY

Vente des publications : s'adresser au Trésorier (adresse ci-dessus)

Directeur de la publication:
Roland VERNET
N° commission paritaire 59374
Photo de couverture : R. Vernet
Imprimeur : S.A.I. Biarritz
Dépôt légal : 2^{ème} trimestre 1994