

Bulletin de la Société Herpétologique de France

1^{er} et 2^{es} trimestres 2005

N° 113-114



ISBN 0754-9962

Bull. Soc. Herp. Fr. (2005) 113-114

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

1^e et 2^e trimestres 2005

N° 113-114

SOMMAIRE

- **Diversité parasitaire intestinale chez la tortue d'Hermann**
Testudo hermanni (Gmelin, 1789) (Chelonii, Testudinidae) en
captivité et dans la nature (Var, France)
Stéphane GAGNO5-16
- **Le statut du Discoglosse peint, *Discoglossus pictus* Otth,**
1837, en France et en Espagne
Jean LESCURE17-27
- **Découverte du Lézard ocellé *Lacerta lepida* Daudin, 1802**
(Reptilia, Lacertidae) et confirmation de l'existence du Seps
strié *Chalcides striatus* (Cuvier, 1829) (Reptilia, Scincidae)
dans les Petites Pyrénées (départements de l'Ariège et de la
Haute-Garonne, France)
Gilles POTTIER29-43
- **La distribution du Crapaud calamite *Bufo calamita* Laurenti,**
1768 (Anura, Bufonidae) dans les Pyrénées françaises
Jean-Pierre VACHER, Gilles POTTIER et Olivier GROSSELET45-51
- **La tolérance au froid chez les reptiles**
Yann VOITURON53-68
- **Analyse d'ouvrage**69-70
- **Bulletin de liaison**71-94

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

1st and 2nd quarters 2005

N° 113-114

CONTENTS

- **Parasitism diversity on wild and captive *Testudo hermanni***
Stéphane GAGNO5-16
- **The Painted frog *Discoglossus pictus* Otth, 1837, in France and Spain.**
Jean LESCURE17-27
- **Discovery of the Ocellated lizard *Lacerta lepida* Daudin, 1802 (Reptilia, Lacertidae) and presence of the Western three-toed skink *Chalcides striatus* (Cuvier, 1829) (Reptilia, Scincidae) in the “Petites Pyrénées” (départements of Ariège and Haute-Garonne, France)**
Gilles POTTIER29-43
- **Distribution of the Natterjack toad *Bufo calamita* Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae) in the French Pyrénées**
Jean-Pierre VACHER, Gilles POTTIER et Olivier GROSSELET45-51
- **Cold tolerance in reptiles**
Yann VOITURON53-68
- **Book review**69-70
- **Information**71-94

**Diversité parasitaire intestinale chez la tortue d'Hermann
Testudo hermanni (Gmelin, 1789) (Chelonii, Testudinidae)
en captivité et dans la nature (Var, France)**

par

Stéphane GAGNO

*Station d'observation et de protection des tortues
Centre de recherche et de conservation des Chéloniens
BP 24, 83590 Gonfaron
sgagno@wanadoo.fr*

Résumé - L'introduction de tortues en milieu naturel, accidentelle ou intentionnelle (programmes de conservation), peut entraîner des risques sanitaires pour les populations locales. Des contrôles parasitologiques ont été réalisés sur des *Testudo hermanni* du Village des Tortues issues de captivité et apportées par des particuliers. Les résultats sont comparés à ceux qui sont obtenus sur des *Testudo hermanni* sauvages du Centre Var. Au Village des Tortues, les animaux sont systématiquement vermifugés à leur arrivée afin d'éviter toute contamination des tortues du parc par des parasites potentiellement pathogènes. La vermifugation n'est jamais efficace à 100%. Il reste souvent des œufs ou des vers qui peuvent être transmissibles. L'objectif est de vérifier la nature des espèces de parasites qui restent après vermifugation, afin d'établir s'ils présentent un danger pour les populations sauvages en cas de contacts. Des examens coprologiques et post-mortem montrent la présence de nématodes appartenant aux familles des Pharyngodonidae (Oxyuroidea) et des Atractidae (Cosmocercoidea) aussi bien chez les tortues du Village des Tortues que chez les tortues sauvages. Après traitement, les tortues captives ne présentent donc pas de risques de contamination des sauvages par des helminthes parasites dangereux. Ce travail inclut la première observation de *Tachygonetria numidica* chez une *Testudo hermanni* sauvage.

Mots-clés : *Testudo hermanni*, Parasite, Nématodes, Oxyures, Atractides, *Tachygonetria numidica*.

Summary - Parasitism diversity on wild and captive *Testudo hermanni*. The release of tortoises into the wild, accidental or prepared (conservation programmes), can trigger health. A parasitological survey has been undertaken on *Testudo hermanni* at The Tortoise Village (captive tortoises brought by private). Results have been compared to those obtained on wild *Testudo hermanni*. At their arrival, the animals of the Tortoise Village were systematically treated with anthelmintic. Vermifugation is never 100% efficient. Eggs and worms can still persist after and can be transmitted to other individuals. Our goal is to check which kind of parasites are still observed after vermifugation and to assess the risk for wild populations in case of transmission. Coprological examinations and necropsies show that the parasites still observed are nematodes of the families Pharyngodonidae (Oxyuroidea) and Atractidae (Cosmocercoidea), for tortoises both from the Village and those wild. After being treated, captive tortoises cannot threaten wild tortoises through contamination by harmful helminths. This is also the first report of *Tachygonetria numidica* in a wild *Testudo hermanni*.

Key-words: *Testudo hermanni*, Parasite, Nematodes, Oxyuris, Atractides, *Tachygonetria numidica*.

I. INTRODUCTION

L'introduction d'animaux dans la nature, qu'elle soit involontaire ou intentionnelle, comme certains programmes de réintroduction, comporte des dangers pour les populations sauvages d'animaux et peut avoir de profondes conséquences négatives (Woodford & Rossiter 1994, Mikota & Aguilar 1996, Alberts *et al.* 1998). Des problèmes infectieux chez les espèces locales peuvent être créés par l'introduction d'agents pathogènes, de parasites (Scott 1988, Hutchins *et al.* 1991, Cunningham 1996). Beaucoup d'entre eux sont très locaux dans leur distribution, résultats de besoins écologiques très spécifiques et d'une co-évolution des agents pathogènes et de leurs vecteurs. Les parasites peuvent indirectement affecter la survie de l'hôte par augmentation de sa susceptibilité à la prédation ou en réduisant sa compétitivité (Scott 1988). Ils peuvent également avoir des effets sur la reproduction (Anderson & May 1978). Les infections et les décès qui y sont liés doivent être considérés comme un facteur important en biologie de la conservation (Scott 1988). Ces populations locales qui nécessitent des renforcements sont en général des populations en déclin. Or, plus la population est petite, plus l'impact d'une infection sera dramatique (Cunningham 1995). Inversement, les animaux introduits peuvent être exposés à de nouvelles infections présentes dans le nouvel habitat diminuant ainsi considérablement les chances de succès d'un programme de conservation (Scott, 1988, Davidson & Nettles 1992, Ballou 1993, Viggers *et al.* 1993, Woodford & Rossiter 1993, Cunningham 1995). La connaissance de ce risque est très importante. Griffith (1993) précise que dans 25% des réintroductions de vertébrés terrestres en Australie, Canada, Nouvelle-Zélande et USA, il n'y a aucune consultation sanitaire des animaux par des professionnels biologistes ou vétérinaires. Pourtant des analyses de l'état de santé préalable aux lâchers peuvent contribuer à réduire la probabilité de contamination entre les espèces réintroduites et les endémiques (Beck *et al.* 1993, Alberts *et al.* 1998).

Chez les tortues, il y a eu le cas des individus sauvages du désert du Mojave en Californie qui ont subi un problème fatal d'affection respiratoire induit par l'introduction de tortues (*Xerobates agassizii*) infectées (Woodford & Rossiter 1994). Les tortues sont particulièrement concernées par de nombreux helminthes à l'état sauvage ou en captivité (Baker 1987). Chez les tortues captives, les vers proviennent de l'historique de chaque individu (contacts avec d'autres congénères d'espèce différente, milieu de vie,...). Le risque, pour les tortues sauvages réceptrices, est d'être mises en contact avec des parasites non spécifiques de l'espèce-

ce et de l'écozone. Certaines espèces peuvent être fortement pathogènes comme par exemple *Angusticaecum holopterum* chez les Testudo (Forstner 1960, Sprent 1980, 1984).

Les tortues lâchées lors de programmes de conservation passent préalablement par une inévitable période de captivité durant laquelle sont réalisés tous les travaux de sélection des animaux, de contrôle sanitaire et de réadaptation. La captivité est connue chez les reptiles pour générer du stress (Franck 1981). Ce stress a pour incidence le développement anormal des parasites intestinaux, comme les helminthes ou encore certains protozoaires du fait d'une baisse des défenses immunitaires (Brogard 1992, Jacobson 1994). Les troubles dus aux infestations ne sont pas toujours directs, mais sont aussi susceptibles d'affaiblir l'hôte et de permettre l'évolution d'une infection bactérienne (Brogard 1992). Parce que, en captivité, les lésions d'origines parasitaires apparaissent à la deuxième place après les lésions d'origines bactériennes, l'utilisation de vermifuges chez les reptiles apparaît justifié (Wright). Même les animaux qui subissent une vermifugation par intubation oro-gastrique peuvent présenter un risque. Malgré ce traitement, il peut toujours rester des vers dans le tube digestif car, suivant leur position dans l'intestin, une partie des parasites peut ne pas recevoir la dose létale de produit (Innis 1995). Le risque est donc réel pour les populations en place mais aussi pour le succès d'une introduction réalisée dans le cadre d'un programme de conservation.

Les endoparasites rencontrés chez les *Testudo hermanni* sauvages du Var ont été très peu décrits.

Le but de cette étude est de réaliser la description des endoparasites chez les *T. hermanni* sauvages du Var. La comparaison avec l'infestation de tortues captives doit permettre d'identifier le risque d'apport de nouvelles espèces d'helminthes par des tortues introduites dans des populations naturelles.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude permet l'identification des espèces de nématodes et de protozoaires présents qui sont les parasites généralement rencontrés chez les tortues (Satorhelyi et Sreter 1993) et qui sont quelquefois responsables de "parasitoses maladies". Elle est réalisée sur les selles de tortues vivantes ainsi que sur des contenus digestifs post-mortem. Pour ce dernier cas, les proportions relatives des différentes espèces de nématodes sont déterminées.

2.1 - Origine des animaux

Les tortues captives sont des *Testudo hermanni* du Village des Tortues (Gonfaron, Var, France). Possédées depuis plusieurs années par leurs propriétaires, ce sont des tortues de la région varoise qui sont données au Village des Tortues. Elles ont au minimum passé deux ans dans le centre. Elles sont systématiquement vermifugées à leur arrivée par voie oro-gastrique, lors de la quarantaine et par la suite deux fois par an, à 15 jours d'intervalle, par saupoudrage sur la nourriture en enclos. Le Fenbendazole (PanacurND) est utilisé à la dose de 50 mg/kg de poids vivant. Ces tortues vivent en extérieur dans des enclos variant de 100 à 200 m² pour une densité d'environ 0,3 tortue/m². Le biotope correspond à celui de leur milieu d'origine de la plaine et du massif des Maures, c'est-à-dire à du maquis avec des zones clairsemées. Une alimentation à base de végétaux et de fruits (10%), dont le rapport phosphocalcique (Ca/P) est proche de 2, leur est apporté tous les jours.

Les *Testudo hermanni* sauvages présentent un bon réflexe de rétraction, des critères morphométriques spécifiques (Bour 1986, Guyot & Devaux 1997, Perälä 2000), ainsi qu'une origine connue. Elles sont issues de 13 communes différentes du Centre Var, ces sites ayant été recensés comme habitat naturel de la tortue d'Hermann (Stubbs *et al.* 1990). Ces spécimens sont des adultes mâles et femelles en bonne santé. Une consultation externe ainsi que le calcul du ratio de Jackson pour chaque individu permet de le vérifier. [Rapport du poids de l'animal en g par la longueur de sa carapace en mm, il est fortement corrélé à la santé des individus de *Testudo hermanni*. Le ratio obtenu est comparé à la courbe idéale établie (Jackson 1980b).]

2.2 - Analyses

Les fèces de 83 individus captifs, issus de 11 enclos différents recouvrant toutes les tranches d'âge (37 adultes, 9 sub-adultes, 37 juvéniles), sont récupérés. Un examen direct est réalisé sur les prélèvements et après concentration par flottaison au sulfate de zinc. Les formes adultes de vers sont récupérées par extraction manuelle et conservées dans du formol 5%. Les identifications sont faites au microscope à partir des femelles adultes et basées sur les critères morphologiques (Skrjabin *et al.* 1960, Petter 1961, 1962, 1966, Johnson 1973). Le même travail est réalisé sur 30 *Testudo hermanni* sauvages. Ces résultats sont complétés par des analyses post-mortem sur 10 *T. hermanni* : 4 adultes sauvages (n° 1, 2, 3 et 5) et 1 sub-adulte (n° 4) et 5 *T. hermanni* adultes captifs. Les individus sauvages étaient des ani-

maux accidentés (blessés par un coup de débroussailleuse en colline, écrasés sur un chemin de campagne,...) morts rapidement des suites de leurs blessures. Pour les individus captifs, il s'agit de tortues mortes sur le parc sans que la cause ait pu être identifiée. Le contenu stomacal et intestinal est immédiatement récupéré, le tube digestif est rincé à l'eau physiologique, un contrôle visuel permet l'observation d'éventuelles lésions sur le tissu épithélial interne de l'intestin, afin d'apprécier d'éventuels dégâts directs causés par les parasites. Enfin, la paroi est grattée à l'aide d'un instrument pour récupérer les éventuels parasites restants. La masse fécale obtenue est mélangée afin d'obtenir un échantillon relatif à l'ensemble du tractus digestif. Un examen direct est réalisé sur les prélèvements et après concentration par flottaison au sulfate de zinc. Les formes adultes des vers récupérées par extraction manuelle sont conservées au formol 5%. Les identifications sont réalisées sur les mêmes bases que précédemment. Un comptage sur une centaine d'individus (lorsque leur nombre le permet) précise la proportion des différentes espèces présentes, pour chaque tortue. Lorsque cela est possible, la détermination est réalisée au niveau de la sous-espèce.

III. RÉSULTATS

3.1 - Étude coprologique

Quelques protozoaires du type *Ballantidium* et *Nyctoterus* ont été trouvés. Ces ciliés, respectivement de l'ordre des Trichostomatida et des Heterotrichida, ne sont généralement pas pathogènes. À noter que le genre *Ballantidium* connu chez les Testudo peut le devenir s'il se trouve en très grand nombre ou en association (Frank 1981, Schilliger 1990).

En ce qui concerne les helminthes, uniquement des nématodes ont été trouvés. Ils sont représentés par trois genres appartenant à la famille des Pharyngodonidae (Oxyuroidea), les genres *Tachygonetria*, *Thaparia* et *Mehdiella*, ainsi qu'un genre appartenant à la famille des Atractidae (Cosmocercoidea), le genre *Atractis* (tab. I).

La charge parasitaire des tortues captives du Village des Tortues se compose de quatre espèces représentant le genre *Tachygonetria*, contre six espèces chez les tortues sauvages. En ce qui concerne le genre *Mehdiella*, une seule espèce représente ce genre contre 3 espèces chez les tortues sauvages. Le genre *Thaparia* est représenté par une seule même espèce dans les deux groupes de tortues.

En comparaison avec *T. hermanni* du Village des Tortues, les *T. hermanni* sauvages présentent quatre espèces supplémentaires : *Tachygonetria robusta*, *T. numidica*, *Mehdiella sty* -

losa et *M. uncinata*. Les autres espèces d'oxyures sont présentes chez les deux groupes. Il en est de même pour *Atractis dactyluris*.

Tableau I : Répartition des nématodes chez *Testudo hermanni* d'après examen coprologique.

Table I: Occurrence of nematodes in *Testudo hermanni* (feces analysis).

	Chez des individus d'origine captive (n = 83)	chez des individus d'origine sauvage (n = 30)
Oxyuroidea		
Pharyngodonidae	<i>Tachygonetria l. longicollis</i> <i>T. l. pusilla</i> <i>T. l. setosa</i> <i>T. conica nicollei</i> <i>T. dentata</i> <i>T. macrolaimus</i> <i>Thaparia thapari</i> <i>Mehdiella microstoma</i>	<i>Tachygonetria l. longicollis</i> <i>T. l. pusilla</i> <i>T. conica conica</i> <i>T. c. nicollei</i> <i>T. dentata</i> <i>T. macrolaimus</i> <i>T. robusta</i> <i>T. numidica</i> <i>Thaparia thapari</i> <i>Mehdiella stylosa</i> <i>M. uncinata</i>
Cosmocercoidea		
Atractidae	<i>Atractis dactyluris</i>	<i>Atractis dactyluris</i>
Total :	9 taxons	12 taxons

3.2 - Étude post-mortem

La proportion des différentes espèces de parasites chez les tortues examinées post-mortem est variable en fonction des individus (tab. II).

Les résultats qui concernent la *T. hermanni* captive n° 2 n'y sont pas notés car le nombre de vers présents n'était pas suffisant (< 20) pour évaluer correctement les proportions. Seuls quelques individus *Thaparia thapari* et *Mehdiella microstoma* étaient présents. Les *T. hermanni* captives n° 3, 4 et 5 ne présentent aucun ver dans leur tube digestif.

Les examens post-mortem montrent que la *T. hermanni* captive n° 1 présente cinq espèces ou sous espèces différentes alors que la tortue captive n° 2 présente une très faible diversité avec seulement deux espèces différentes. Les tortues sauvages présentent une diversité plus importante avec sept à huit espèces ou sous-espèces différentes. Il existe toujours une espèce dominante variant systématiquement selon l'individu.

Tableau II : Répartition des nématodes chez *Testudo hermanni* (%) par étude post-mortem.

Table II: Occurrence of nematodes (%) in *Testudo hermanni* (post-mortem analysis).

	captive n° 1	sauvage n° 1	sauvage n° 2	sauvage n° 3	sauvage n° 4	sauvage n° 5
<i>Tachygonetria c. conica</i>	7,3					6,1
<i>Tachygonetria c. nicollei</i>	2,9	39,3	13,3	5,8	2,3	2,0
<i>Tachygonetria l. longicollis</i>	2,9	7,1	2,7	7,0	4,6	55,2
<i>Tachygonetria l. pusilla</i>	5,9	12,5		3,5	2,3	
<i>Tachygonetria l. setosa</i>					1,1	
<i>Tachygonetria numidica</i>				4,6		8,2
<i>Tachygonetria dentata</i>		26,8	49,3		71,4	
<i>Tachygonetria macrolaimus</i>	81,0					
<i>Tachygonetria robusta</i>		5,3	16,0	7,0	10,3	6,1
<i>Thaparia thapari</i>		3,6	1,3			2,0
<i>Mehdiella microstoma</i>			10,7	7,0	4,6	12,2
<i>Mehdiella uncinata</i>		5,3	6,7		3,4	8,1
<i>Atractis dactyluris</i>				65,1		

Les tortues sauvages, contrairement aux tortues captives, sont fortement contaminées, présentant systématiquement des vers en “pelotes” au niveau des examens post-mortem. Ces vers en “pelotes” se retrouvent également assez souvent au niveau des selles, ce qui n’est jamais le cas des tortues captives du Village des Tortues. Aucune lésion intestinale associée n’est retrouvée lors de l’analyse post-mortem des individus sauvages.

IV. DISCUSSION

Cette étude a permis de mieux connaître la population d’helminthes du tube digestif de *Testudo hermanni* dans son milieu naturel. Elle est constituée exclusivement de nématodes, représentés par des oxyures et des atractides. Les oxyures offrent une grande diversité d’espèces avec 10 espèces rencontrées contre seulement une chez les atractides. Ces espèces ne présentent pas de caractères pathogènes pour les tortues (Frank W. 1981).

C’est la première fois que *Tachygonetria conica nicollei* et *Tachygonetria numidica* sont retrouvés chez *Testudo hermanni*. La seule étude réalisée sur *Testudo hermanni* du Centre Var (Longepierre & Grenot 1998) ne fait pas état de la présence de ces oxyures. *T. conica*

nicollei ne semble avoir été décrit que chez *Testudo graeca* (Petter 1961) et *Geochelone elegans* (Matsuo *et al.* 1999). *Tachygonetria numidica* n'a été décrit que chez *Testudo ibera* en Algérie (Skrjabin *et al.* 1960) et *Testudo graeca* en Algérie et au Maroc (Petter 1966). Les constatations de Petter (1966) chez *Testudo graeca*, sur l'antagonisme *T. dentata* / *Atractis dactyluris* s'observent chez les tortues sauvages n° 2 et n° 4 qui présentent une majorité de *T. dentata* avec une absence d'*Atractis dactyluris*, et la tortue sauvage n° 3 inversement présente une majorité d'*Atractis dactyluris* avec une absence de *T. dentata*. De même, l'antagonisme *Mehdiella uncinata* / *Atractis dactyluris* noté par Petter (1966) se vérifie chez la sauvage n° 3.

L'analyse des tortues du Village des Tortues a mis en évidence un contenu intestinal proche de celui des tortues sauvages, sans présence de parasites non spécifiques à ces dernières pouvant présenter un danger pour les tortues sauvages. La variabilité des espèces rencontrées chez les tortues captives est même inférieure (absence de *Tachygonetria robusta*, *T. numidica*, *Mehdiella stylosa* et *M. uncinata*). Ces espèces sont peut-être plus sensibles au fenbendazole que les autres espèces. Ce point mériterait d'être vérifié. D'une manière générale, les tortues sont concernées par 23 familles de nématodes. Les oxyures sont rencontrés fréquemment chez les tortues terrestres. Ils comprennent 850 espèces que l'on retrouve dans l'intestin des arthropodes et des vertébrés (76). Ils ont une très large distribution et sont aussi connus chez les poissons, les amphibiens, les lézards, les oiseaux et les mammifères (chez 8 ordres). Deux espèces ou plus se trouvent fréquemment dans le même hôte individuel. C'est chez les tortues qu'on rencontre le plus grand nombre d'espèces chez le même individu : entre 8 et 15 contre 2 à 5 chez les lézards par exemple (76). Petter *et al.* 1976 ont trouvé 15 espèces et sous-espèce chez une *Gopherus*. Les tortues terrestres ne sont concernées que par les nématodes alors que les tortues marines et les dulçaquicoles peuvent également être porteuses de plathelminthes (trématodes et cestodes) ainsi que d'acanthocéphales (Baker 1987, Ernst *et al.* 1977).

L'étude n'a porté que sur l'aspect qualitatif. Le nombre total de vers n'a pas été pris en compte car sur cet aspect l'efficacité du fenbendazole sur les tortues et notamment sur *Testudo hermanni* est connu (Forstner 1983, Prieto 1996, Arvy & Fertard 2001). Arvy et Fertard qualifient ce produit de "fiable, efficace et peu toxique". Forstner (1983) a testé le produit sur *Testudo hermanni*, à la dose de 50 mg/kg, avec un rendement de presque 100% de mortalité sur les oxyuridés et les ascaridés. De plus nos examens post-mortem ont montré que les tor-

tues sauvages étaient très contaminées par la présence de vers en “pelotes” dans les intestins. Il est très fréquent chez les tortues terrestres de trouver de très grosses quantités de vers, aussi bien chez les tortues captives que chez les tortues sauvages. Ce sont celles qui sont quantitativement le plus parasitées avec jusqu’à 37 000 vers chez une seule tortue. Les tortues marines présentent au grand maximum et seulement dans quelques cas isolés quelques centaines d’helminthes. Le nombre chez les tortues dulçaquicoles est rarement précisé, mais il est en général au plus de quelques centaines maximum (Bouamer 2003). Nos tortues captives traitées au vermifuge présentent visiblement beaucoup moins de vers dans les excréments (absence de vers en pelote) ainsi qu’aux examens post-mortem. Il faut noter que les examens post-mortem ont été réalisés sur des captives décédées de causes indéterminées. La mort est en général précédée d’une phase d’anorexie. Cette baisse d’éléments nutritifs présents dans l’intestin peut induire une diminution de la charge parasitaire (Petter 1966). Ce paramètre est donc à prendre en compte dans les résultats. Il aurait fallu autopsier des animaux sains sacrifiés, ce qui n’est pas possible. Les tortues du Village des Tortues, si elles étaient utilisées pour des lâchers conservatoires, semblent donc ne pas présenter de danger pour les tortues sauvages du point de vue des parasites intestinaux. Le protocole de vermifugation apparaît efficace.

Toutes les tortues sauvages analysées (étude coprologique ou post-mortem) étaient porteuses de nématodes, sans pour autant présenter de symptômes ou de lésions intestinales associées. Ces observations peuvent conforter le caractère commensal de ces vers, évoqué hypothétiquement par certains auteurs (Franck 1981). Ces constatations posent le problème du devenir des tortues lâchées qui présentent une faible charge parasitaire. Comment réagiront-elles face à une infestation massive ? Si ces vers ont un rôle dans la digestion, les tortues vermifugées ne sont-elles pas affaiblies, gênant ainsi une bonne adaptation à leur nouveau milieu ? Cette charge parasitaire a-t-elle une incidence sur la compétition entre sauvages fortement parasitées et tortues d’origines captives vermifugées ? Ces questions mériteraient des réponses par des protocoles expérimentaux adaptés (ex. suivis d’animaux relâchés dans la nature) afin d’optimiser les chances de réussite des opérations de renforcement de populations.

Remerciements : Je tiens à remercier M. Cremers, pour ses précieux conseils et sa participation aux identifications, Mme A. Petter du Laboratoire de biologie parasitaire du Muséum d’histoire naturelle ainsi que Mme B. Livoreil, responsable scientifique de la SOPTOM, pour leur relecture critique du manuscrit.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alberts A.C. 1998 - The need for pre-release health screening in animal translocations: A case study of the Cuban iguana (*Cyclura nubila*). *Zool. Soc. Lond.*, 165-172.
- Anderson R.M. & May R.M. 1978 - Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. *J. Anim. Ecol.*, 47 : 219-247.
- Arvy C. & Fertard B. 2001 - Pathologie des Tortues - Étude synthétique. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 100 : 152 p. N° Spécial.
- Baker M.R. 1987 - Synopsis of the Nematode parasitic in Amphibians and Reptiles. Occasional Papers in Biology 11, Memorial University Press, St John's, Newfoundland (Canada), p. 229-233.
- Ballou J.D. 1993 - Assessing the risks of infectious diseases in captive breeding and reintroduction programs. *J. Zoo Wildl. Med.*, 24 : 327-335.
- Beck B., Cooper M. & Geiffith B. 1993 - Infectious disease considerations in reintroduction programs for captive wildlife. *J. Zoo Wildl. Med.*, 24 : 394-397.
- Bouamer S. 2003 - Taxinomie et systématique évolutive des Pharyngodonidae (Oxyurida) de Testudinidae paléarctiques. Thèse - Université de Perpignan, France, 106 p.
- Bour R. 1986 - L'identité des tortues terrestres européennes : specimens-types et localités-types. *Rev. Fr. Aquariol.*, 13 : 111-122.
- Brogard J. 1992 - Les maladies des reptiles, 2^e édit. - Maison Alfort : Éditions du Point vétérinaire, 320 p.
- Cunningham A.A. 1995 - Disease risks of wildlife translocations. *Conserv. Biol.*, 10, N° 2 : 349-353.
- Davidson W.R. & Nettles V.F. 1992 - Relocation of wildlife: Identifying and evaluating disease risks. Transactions of the North American Wildlife & Natural Resources Conference, 57 : 466-473.
- Ernst E.H. & Ernst C.H. 1977 - Synopsis of Helminths endoparasitic in native Turtles of the United States. *Bull. Maryland Herp. Soc.*, 13(4): 1-75.
- Forstner M.J. 1960 - Ein Beitrag zur Kenntnis parasitischer Nematoden aus griechischen Landschildkröten. *Zeitsch. F. Parasit.*, 20: 1-22.
- Forstner M.J., Regensberger J. & Juliane Claussen, 1983 - Untersuchungen zur medikamentellen Bekämpfung der Helminthen von Landschildkröten. *Vet. Med. Review*.
- Frank W., 1981 - Diseases of the reptilia. Vol. 1, Ch. 8 : Protozoa. London, U.K. : Cooper J.E. & Jackson O.F., p. 233- 289.
- Frank W. 1981 - Diseases of the reptilia. Vol. 1, Ch. 9 : Endoparasites. London, U.K. : Cooper J.E. & Jackson O.F., p. 315-339.
- Guyot G. & Devaux B. 1997 - Variation in Shell Morphology and Color of Hermann's Tortoise, *Testudo hermanni*, in Southern Europe. *Chelonian Conserv. Biol.*, 2(3) : 390-395.
- Griffith B., Scott J.M., Carpenter J.W. & REED C. 1993 - Animal translocations and potential disease transmission. *J. Zoo. Wildl. Med.*, 24(3): 231-236.
- Hutchins M., Foose T & Seal U.S. 1991 - The role of veterinary medicine in endangered species conservation. *J. Zoo Wildl. Med.*, 22 : 277-281.
- Innis C. 1995 - Per cloacal worming of tortoises. *J. Herp. Med., Surgery*, 5(2) : 4.

- Ippen R. 1992 - General Review of Parasites in Turtles and Tortoises. Symposium. Congrès international sur la pathologie des chéloniens - Gonfaron - France.
- Jackson O.F. 1980 - Weight and measurement data on tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) and their relationship to health. *J. Small An. Pract.*, 21:409-416.
- Jacobson, E.R., Gaskin J.M., Brown M.B., Harris R.K., Gardiner C.H., La Pointe L., Adams H.P. & Reggiardo C. 1991 - Chronic upper respiratory tract disease of free-ranging desert tortoises (*Xerobates agassizii*). *J. Wild. Dis.*, 27(2) : 296-316.
- Jacobson E.R. 1994 - Causes of mortality and diseases in tortoises: A review. *J. Zoo Wildl. Med.*, 25(1) : 2 - 17.
- Johnson S. 1973 - Some oxyurid nematodes of the genera *Medhiella* and *Thaparia* from the tortoise *Testudo hermanni*. *Folia parasit.* (Praha), 20 : 141-148.
- Longepierre S. & Grenot C. 1998 - Some Effects of intestinal Nematodes on the Plant foraging Behaviour of *Testudo hermanni hermanni* in the South of France. Miaud C. & Guyétant R, Le Bourget-du-Lac, France. SEH, p. 277-284.
- Matsuo K., Ganzorig S., Oku Y. & Kamiya M. 1999 - Nematodes of the Indian star tortoise, *Geochelone elegans* (Testudinidae) with description of a new species *Alaeuris geochele* sp.n. (Oxyurida: Pharyngodonidae). *J. Helminthol. Soc. Washington*, 66(1) : 28 -32.
- Mikota S.K. & Aguillard R.F. 1996 - Management protocols for animals in captive propagation and reintroduction programmes. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1996, 15(1) : 191-208.
- Perälä J. 2001 - Biodiversity in relatively neglected taxa of *Testudo* L., 1758 S.L. Chelonii Vol. 3. Proceedings of the International Congress on Testudo Genus Hyères, France, p. 40-53.
- Petter A. J. 1961 - Redescription et analyse critique de quelques espèces d'oxyures de la tortue grecque (*Testudo graeca* L.) ; diversité des structures céphaliques. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 36 : 648-671.
- Petter A.J. 1962 - Redescription et analyse critique de quelques espèces d'oxyures de la tortue grecque (*Testudo graeca* L.) ; diversité des structures céphaliques. (II). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 37 : 140-152.
- Petter A.J. 1966 - Équilibre des espèces dans les populations de nématodes parasites du colon des tortues terrestres. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat.*, Nouv. sér., Sér. A, Zool., 39, Fascicule I, 253 p.
- Prieto X.G. 1996 - Metodologia bàsica per a la detecció de paràsits helmints a partir de femtes de reptils. *L'Entorn natural* - COMAM n° 10.
- Satorhelyi T. & Sreter T. 1993 - Studies on internal parasites of tortoises. *Parasit. Hung.*, 26 : 51-55.
- Scott M.E. 1988 - The impact of infection and disease on animal populations: Implications for conservation biology. *Conserv. Biol.*, 2 : 40-56.
- Schilliger L. 1990 - Les affections parasitaires chez les reptiles. Étude bibliographique et expérimentale. Applications prophylactiques et thérapeutiques en terrariophilie. Thèse, École vétérinaire de Nantes.
- Skrjabin K.I., Shikhobalova N.P. & Lagodovskaya E.A. 1960 - Oxyurata of Animals and Man. Part One Oxyuroidea. Essentials of Nematodology, Vol. VIII. Edited by Academician K.I.
- Skrjabin - Helminthological Laboratory. *Acad. Sci. USSR, Moscow* : 432-467.
- Sprent J.F.A. 1980 - Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles : *Angusticaecum* and *Krefftas* - *caris* n.g. *J. Helminthol.*, 54: 53 - 73.
- Sprent J.F.A 1984 - Ascaroid nematodes. In: Disease of Amphibians and Reptiles, Hoff G.L., Frye F.L. & Jacobson E.R. (eds), p. 219-245. Plenum Press, New York.

Stubbs D. et col. 1990 - Recensement de la tortue d'Hermann continentale (plaine et massif des Maures), campagnes 1987-88-89-90. SOPTOM, 31 p.

Viggers K.L., Lindenmayer D.B. & Spratt D.M. 1993 - The importance of disease in reintroduction programmes. *Wildl. Res.*, 20 : 678-698.

Woodford M.H. & Rossiter P.B. 1994 - Disease risks associated with wildlife translocation projects. *Creative Conservation: Interactive Management of wild and captive Animals*. Olney P.J.S., Mace G.M. & Feitner A.T.C., eds. Chapman & Hall, London, 9: 179-200.

manuscrit accepté le 12 janvier 2005

Le statut du Discoglosse peint, *Discoglossus pictus* Otth, 1837, en France et en Espagne

par

Jean LESCURE

Muséum national d'histoire naturelle
Département systématique et évolution
USM602 Collections et taxinomie, reptiles et amphibiens
57 rue Cuvier, 75005 Paris
lescure@mnhn.fr

Résumé - La France compte trois espèces de *Discoglossus* : *D. montalentii* Lanza, Nascetti, Capula et Bullini, 1984, endémique de Corse, *D. sardus* Tschudi, 1837 en Corse et aux îles d'Hyères et *D. pictus algirus* Lataste, 1879, un synonyme plus ancien de *Discoglossus pictus auritus* Héron-Royer, 1888, introduit d'Algérie et découvert en 1906 à Banyuls. L'Espagne compte aussi trois espèces de *Discoglossus* : à l'ouest, *D. hispanicus* Lataste, 1879, un synonyme plus ancien de *D. galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini et Crespo, 1985, au sud et à l'est, *Discoglossus jeannae* Busack, 1986 et à l'extrême nord-est, *Discoglossus pictus algirus* Lataste, 1879, introduit de France dans la province de Gérone.

Mots-clés : *Discoglossus*, Statut taxinomique, France, Espagne.

Summary - The Painted frog *Discoglossus pictus* Otth, 1837, in France and Spain. France includes three species of *Discoglossus*: *D. montalentii* Lanza, Nascetti, Capula et Bullini, 1984, endemic of Corsica, *D. sardus* Tschudi, 1837 in Corsica and Hyères Islands and *D. pictus algirus* Lataste, 1879, a senior synonym of *D. pictus auritus* Héron-Royer, 1888, introduced from Algeria and discovered in Banyuls in 1906. Spain includes also three species of *Discoglossus*: *D. hispanicus* Lataste, 1879, a senior synonym of *D. galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini et Crespo, 1985 to West, *Discoglossus jeannae* Busack, 1986 to South and East and *Discoglossus pictus algirus* Lataste, 1879, introduced from France in Gerona Province, to North-East.

Key-words: *Discoglossus*, Taxonomic status, France, Spain.

I. INTRODUCTION

Le Discoglosse peint, *Discoglossus pictus*, est un intrus en France au même titre que la Grenouille taureau, *Rana catesbeiana*, le Xénope lisse, *Xenopus laevis* et la Tortue de Floride, *Pseudemys scripta elegans*. Longtemps, on a cru que le Discoglosse peint était une espèce espagnole qui était entrée en France comme d'autres espèces méditerranéennes telles que *Pelobates cultripes*, *Podarcis hispanica* et *Psammodromus hispanicus*. Il a fallu une connaissance plus précise de la répartition et du statut taxinomique des Discoglosses d'Es-

pagne et des preuves, par des études génétiques, de l'origine nord-africaine des *D. pictus* français pour enfin se rendre compte que cette espèce a été introduite en France et que sa répartition s'y accomplit selon le modèle d'une espèce introduite.

Pour mieux comprendre cette reconnaissance tardive de l'introduction du Discoglosse peint en France et en Espagne, nous retraçons les étapes de la connaissance des Discoglosses en Méditerranée occidentale et nous précisons le statut taxinomique des Discoglosses de France et d'Espagne.

II. HISTORIQUE

Otth décrit le genre *Discoglossus* et l'espèce *pictus* en 1837 dans les "Nouveaux Mémoires de la Société helvétique de sciences naturelles". Dans le même numéro de la revue, en accord sans aucun doute avec Otth, Tschudi décrit une deuxième espèce de Discoglosse, *Discoglossus sardus* de Sardaigne. Il la mentionne à nouveau dans sa "Classification des Batraciens" (1839). Charles-Lucien Bonaparte (1839) reconnaît les deux espèces, celle de Sicile et celle de Sardaigne, dans son "Iconographie des Amphibiens italiens", publiée de 1834 à 1841.

Duméril et Bibron (1841) ne reconnaissent pas *Discoglossus sardus* et mettent l'espèce de Tschudi en synonymie avec *Discoglossus pictus* ; cette décision influencera des générations d'herpétologistes, dont Günther (1858), de Betta (1874) et Schreiber (1875). Les deux herpétologistes français distinguent trois variétés, A, B, C, de *Discoglossus pictus*, mais ne leur donnent pas de localisation géographique. Ils indiquent comme distribution de l'espèce : Grèce, Sicile, Sardaigne, côtes méditerranéennes de l'Afrique. La Grèce est citée à tort dans cette distribution, mais nous en ignorons la raison.

Bibron écrit : "Elle [l'espèce] vit dans les petites rivières et dans les marais d'eau douce et salée absolument comme la grenouille verte, en compagnie de laquelle nous l'avons très souvent vue nous-même en Sicile." (Duméril & Bibron 1841). Bibron avait donc une expérience personnelle de l'espèce, il l'avait observée pendant ses deux expéditions de voyageur-naturaliste du Muséum de Paris en Sicile.

Camerano (1878, 1879) étudie les Discoglosses de Sicile, Sardaigne, Espagne et Tétouan au Maroc, il reconnaît *Discoglossus sardus* de Sardaigne, *Discoglossus pictus* de Sicile et d'Espagne et décrit une troisième espèce, *Discoglossus scovazzi* du Maroc.

En 1879, Lataste publie une “Étude sur le *Discoglossus pictus* Otth” très détaillée. Il a à sa disposition le manuscrit de Camerano (1879) et une abondante collection personnelle de Discoglosses vivants ou morts provenant de Sardaigne, Corse, Sicile, Algérie, Maroc et Espagne. Il étudie tout son matériel et, confronté au polymorphisme des Discoglosses, en tire les conclusions suivantes : “L’analyse qui précède suffit à nous montrer que les caractères assignés par Camerano à chacune de ces trois formes de Discoglosses ne leur sont pas exclusivement propres et qu’en outre ils ne sont pas constants dans chacune d’elles : ils ne justifient donc pas l’élévation de ces formes au rang spécifique.

Il n’existe qu’une seule espèce de Discoglosse... Ses variétés, bien qu’en rapport avec les localités insulaires ou géographiquement bien délimitées et éloignées les unes des autres qu’elles habitent, ne sont pas suffisamment caractérisées et fixées pour mériter chacune un nom spécial. Le nom de l’espèce, joint à l’indication de l’habitat, suffit à les désigner.

Si d’ailleurs, à titre d’espèces et de variétés, on admettait les noms de *Discoglossus sardus*, *Discoglossus pictus*, *Discoglossus scovazzi* pour désigner les formes sarde, sicilienne et marocaine, je proposerais aussitôt ceux de *Discoglossus hispanicus* et *Discoglossus algirus* pour les formes espagnole et algérienne. Car ces deux dernières, reliant le *Discoglossus scovazzi* d’une part (*D. hispanicus*) au *D. pictus* et d’autre part (*D. algirus*) au *D. sardus*, sont aussi distinctes que les trois autres. Mais un tel luxe de dénomination me semble parfaitement inutile.”

Cependant, sans s’en rendre bien compte car les règles nomenclaturales n’étaient pas strictement définies à cette date, un pas est franchi par Lataste (1879). Les noms *hispanicus* et *algirus* sont écrits et valides, bien que créés dans une phrase au conditionnel, ils sont accompagnés d’une description et d’un matériel de référence. De plus, le caractère de *nomen oblitum*, évoqué par Lanza et ses collaborateurs (1986) ne s’appliquent pas à leur égard comme l’a très justement remarqué Darrel Frost (WDB American Museum, 1998-2000). En 1989, B. Lanza admet d’ailleurs la validité du nom *algirus*.

Pourquoi Lataste (1879) ne reconnaît pas les trois espèces de Camerano ? Pourquoi une si grande divergence d’opinion entre Camerano et lui ? Selon Lataste lui-même, ce n’est pas seulement pour des raisons scientifiques mais plus profondément pour des raisons philosophiques. “Nous ne sommes pas d’accord sur les principes de la classification.” s’exclame-t-il. Camerano (1878) écrit : “Je crois utile d’élever au rang d’espèce même ces modifications locales qu’il est possible de définir à l’aide de caractères de la forme et de la couleur et que la plupart aujourd’hui considèrent comme des races”.

Dans un long chapitre de son article, intitulé “considérations générales sur la classification”, Lataste (1879) répond, polémique et expose sa conception de l’espèce. Il constate que “la variété et la sous-espèce sont, dans les théories modernes, paroles vides de sens”. Pour Camerano, écrit-il, “la race et la variété sont radicalement supprimées. Il n’y a plus de degrés, plus de transition entre l’individu et l’espèce. Ce serait là si elle était justifiée, une singulière conséquence de cette théorie des transitions qui porte le nom de Darwin”.

Plus loin, on s’aperçoit que Lataste et son époque ne sont pas encore familiarisés avec la pratique de la sous-espèce, qui aurait permis de résoudre son problème de dénomination des variétés sarde, marocaine et même espagnole et algérienne. Lataste (1879) écrit que l’augmentation considérable du nombre de taxons rendra insuffisante la classification binaire adoptée depuis Linné et nécessitera l’injonction d’un troisième nom aux deux qui avaient suffi jusqu’à ce jour. “Ne dit-on pas déjà : *Lacerta muralis faraglioneensis*, *Lacerta muralis lilfordi*, pour désigner des sous-espèces bien tranchées de notre commun lézard des murailles ? Cette innovation présenterait certainement des avantages au point de vue de la précision si justement exigée des zoologistes modernes.” Malheureusement, Lataste n’a pas tranché et n’a pas innové pour les Discoglosses, il n’a pas écrit : *Discoglossus pictus sardus*, *Discoglossus pictus scovazzi*, *Discoglossus pictus algirus* et *Discoglossus pictus hispanicus*.

De toutes façons, après Camerano (1879) et Lataste (1879), cinq populations, considérées comme des espèces, des variétés ou de simples formes, sont distinguées, cinq noms valides existent pour les désigner mais deux noms seront ignorés parce que formulés presque sous une forme de boutade.

Héron-Royer (1888a), se rendant compte de la présence d’un tympan visible chez les Discoglosses algériens, donne le nom approprié de *Discoglossus auritus* à ses Discoglosses provenant d’Alger mais ce nom est un synonyme plus récent de *Discoglossus pictus algirus* Lataste, 1879, dont la localité-type, par désignation originelle, est aussi Alger. Lataste (1879) avait déjà remarqué le caractère tympan visible.

De nombreux herpétologistes suivent les conclusions de l’important travail de Lataste (1879), notamment son ami Boulenger (1897), la plus grande autorité herpétologique de son époque, qui déclare en 1910 : “Les *D. sardus*, *Scovazzii*, *auritus*, qu’on a cru pouvoir distinguer comme espèces, ne constituent même pas des races nettement définissables.” Plus tard, les zoologistes allemands (Mertens & Müller 1940, Mertens & Wermuth 1960), plus partisans des sous-espèces géographiques, distingueront cependant *sardus* comme une sous-espèce

ce de *Discoglossus pictus*. Cette classification sera admise par leurs contemporains comme Angel (1946) dans la *Faune de France*.

III. LE STATUT DES DISCOGLOSSES DE FRANCE

La présence de *Dicoglossus pictus* n'est pas signalée dans les anciennes faunes françaises, tant au niveau national qu'au niveau régional et départemental. La France (Corse comprise) encore peu explorée au point de vue herpétologique, n'est pas mentionnée dans la distribution de la seule espèce de Discoglosse reconnue par Duméril et Bibron (1841), *Dicoglossus pictus*.

Crespon (1844), fondateur du cabinet de zoologie de la ville de Nîmes, est l'auteur de "La Faune méridionale ou description de tous les animaux vertébrés vivants et fossiles, sauvages et domestiques qui se rencontrent toute l'année ou qui sont de passage dans la plus grande partie du midi de la France." Il écrit qu'il a parcouru non seulement le département du Gard, mais aussi les contrées voisines. Il a consulté les principales collections zoologiques de la Provence et du Languedoc. Pour les Reptiles et Batraciens, il s'inspire de Duméril et Bibron (1841) et suit leur classification. Bien qu'il soit plus ornithologiste qu'herpétologiste, il précise : "À bien peu de choses près, tous les reptiles [comprenant alors les batraciens] qui ont été observés en France, sont mentionnés dans cet ouvrage." Il ne cite pas le Discoglosse, c'est donc qu'il ne l'a ni observé ni rencontré dans les collections visitées. Cependant, il a examiné la collection Westphal-Castelnau et y a peut-être vu le *Discoglossus pictus* d'Algérie que celle-ci possède.

Plus significative pour nous est l'œuvre de Louis Companyo (1861-1864), "Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales", avec un tome consacré au règne minéral (448 p.), un autre au règne végétal (937 p.) et le troisième au règne animal (942 p.), paru en 1863. Il a parcouru tout le département, a prospecté à Banyuls, cite les grands auteurs, Cuvier, Gervais et le Prince Bonaparte. Pour les Anoures, il distingue Grenouilles, Rainette et Crapauds et mentionne comme espèces présentes dans son département : 3 Grenouilles, la commune ou verte, la rousse et la ponctuée (= *Pelodytes punctatus*), la Rainette et 6 Crapauds, le commun, celui des joncs (= *Bufo calamita*), le brun ou Pélobate (= *Pelobates cul-tripes*), celui à ventre jaune (= *Bombina variegata*), l'accoucheur (= *Alytes obstetricans*) et le variable, qui a des taches vertes, des verrues, est terrestre et change de couleur. On n'a ni

mention ni description d'une Grenouille aquatique désignant un Discoglosse. Le variable pourrait se rapporter soit à une "variété de Crapaud commun" (*Bufo bufo spinosus* ?) soit à tort au *Bufo viridis* ou de nouveau à un *Bufo calamita*. La mention du Crapaud à ventre jaune "qui se tient dans les marais saumâtres aux environs de Cagarell près Canet l'Agoulla de la Mar" est bizarre car c'est loin de l'aire de répartition actuelle de *Bombina variegata* (Geniez & Cheylan 1987, Castanet & Guyétant 1989).

Tout d'un coup, en avril 1906, Wintrebert (1908) capture quatre Discoglosses, un tacheté et trois rayés, à Banyuls. Pruvot, le directeur du Laboratoire Arago, affirme "qu'aucun batrachologue n'est venu faire des recherches au laboratoire". Malgré les communications régulières et fréquentes de l'Algérie avec Port-Vendres, situé à 5-10 km de Banyuls, on nie que c'est une introduction même involontaire. Quand on constate le nombre d'envois de Discoglosses d'Algérie à des naturalistes en France, suivis d'introductions dans la nature (Lataste 1879, Héron-Royer 1890, Martin & Rollinat 1895, Mailler cité par Wintrebert 1908), il ne faut pas s'étonner de l'arrivée de cette espèce dans la région de Banyuls. Le Caméléon d'Algérie a été envoyé dans les Pyrénées-Orientales en telle quantité que Companyo (1863) dit qu'il s'y est implanté. On est dans la grande époque de la Société nationale d'Acclimatation !

Lantz (1931) découvre des Discoglosses à l'île du Levant et à Port-Cros. Il affirme qu'ils correspondent à la forme *sardus* de Tschudi mais "comme pourtant toute clarté n'a pas été faite sur les formes géographiques du Discoglosse et sur la valeur de la forme *sardus*", il s'abstient d'être trop affirmatif à ce sujet et le détermine comme *Discoglossus pictus*. Angel (1946) écrit que, d'après le Dr Fournier, le Discoglosse se trouverait dans l'île Riou dans le golfe de Marseille mais c'est une erreur (Knoepffler 1962).

Au Laboratoire Arago de Banyuls, on est toujours persuadé que la présence du Discoglosse dans la région est une simple extension vers le nord du Discoglosse peint d'Espagne. Cependant des auteurs aussi renommés que Boulenger (1897) et Mertens et Müller (1928) affirment l'absence du Discoglosse dans le nord-est de l'Espagne et en concluent à son introduction à Banyuls. Knoepffler (1962) nie cette affirmation et la possible introduction parce qu'il trouve le Discoglosse dans la province de Gérone, limitrophe de Banyuls, en Espagne. Cependant, la répartition détaillée de l'herpétofaune espagnole, plus au sud, n'était pas encore bien connue à ce moment-là. Knoepffler (1962), davantage préoccupé à démontrer la distinction spécifique entre *D. pictus* et *D. sardus*, n'a pas approfondi ce problème car il y a vraiment un hiatus entre les Discoglosses de Gérone et ceux du reste de l'Espagne (Salvador 1985, Gar-

cia-Paris & Jockusch 1999, Pleguezuelos *et al.* 2002). Toutefois, il m'a toujours dit son étonnement de l'existence de morphes variés chez les Discoglosses des Pyrénées-Orientales.

Un pas fondamental dans la connaissance des Discoglosses du pourtour méditerranéen est franchi par B. Lanza et son équipe de Florence. Grâce à l'analyse de la structure génétique de nombreuses populations, Lanza *et al.* (1984) découvrent et décrivent une nouvelle espèce de Discoglosse, endémique de Corse, *Discoglossus montalentii* et confirme le statut spécifique de *Discoglossus sardus*. Nascetti *et al.* (1986) ainsi que Lanza *et al.* (1986) prouvent par la génétique que les Discoglosses du Languedoc-Roussillon et de Catalogne espagnole sont des *Discoglossus pictus* algériens et proviennent d'une introduction.

Les Discoglosses de Banyuls se sont d'ailleurs comportés comme les autres espèces introduites. La chronologie des données de localités (Martens & Veith 1987) démontre d'abord une implantation lente pendant des décennies (effet de fondation) autour de Banyuls, une pénétration en Gérone, puis une accélération de la colonisation dans le sud de la France avec une progression le long des cours d'eau et une arrivée dans l'Aude et récemment dans l'Hérault (Fradet & Geniez 2004).

Finalement, la France abrite maintenant trois espèces de *Discoglossus* : *D. montalentii*, endémique de Corse, *D. sardus* en Corse et aux îles d'Hyères et *D. pictus*, introduit d'Algérie en Languedoc-Roussillon. Ces *D. pictus* sont des *D. pictus algerus* car les données génétiques (Nascetti *et al.* 1986) montrent qu'ils ont les mêmes fréquences d'allèle que les Discoglosses de la région d'Alger.

IV. LE STATUT DES DISCOGLOSSES D'ESPAGNE

Pendant longtemps on a cru, à cause du polymorphisme dans les populations, que les Discoglosses d'Espagne appartenaient à la même espèce, *Dicoglossus pictus*, que ceux d'Afrique du Nord et de Sicile ou, tout au moins, en formaient une variété, plus ou moins discernable (Lataste 1879). Par l'analyse de la structure génétique, Capula *et al.* (1985) distinguent au niveau spécifique les populations du Portugal ainsi que du centre et de l'ouest de l'Espagne et en font une nouvelle espèce, *Discoglossus galganoi*. Presqu'en même temps, Busack (1986) décrit *Discoglossus jeannae* du sud de l'Espagne. Lanza *et al.* (1986) considèrent ce taxon comme une sous-espèce de *D. galganoi*, cantonnée au sud du Guadalquivir.

Récemment, Garcia-Paris et Jockusch (1999) démontrent par une analyse du gène du cytochrome b de l'ADN mitochondrial que *Discoglossus galganoi* et *Discoglossus jeannae*

sont deux espèces bien distinctes. *D. jeannae* est trouvé dans les zones calcaires et gypseuses du sud et de l'est de l'Espagne jusqu'aux Pyrénées tandis que *D. galganoi* paraît restreint aux sols granitiques de l'ouest de la Péninsule Ibérique (Espagne et Portugal). Une question alors se pose : laquelle de ces deux espèces est un synonyme plus récent de *Discoglossus hispanicus* Lataste, 1879 ? D'après Darrel Frost (WDB American Museum, 1998-2000), c'est *D. galganoi*. C'est probable parce que les spécimens espagnols étudiés par Lataste (1879), donc des *D. hispanicus*, et récoltés par son ami Boscá à Ciudad-Real et à Coracollera, sont dans l'aire de répartition de *D. galganoi*, selon Garcia-Paris et Jockusch (1999). Lataste (1879) a étudié minutieusement toute sa collection pour son travail sur les Discoglosses et, même si les six spécimens qui sont dits avoir servi à la description de son *D. pictus* sont déclarés venir seulement d'Alger et d'Espagne (donnés par Boscá), la localité de ses autres Discoglosses espagnols est la région de Ciudad-Real. Il paraît alors logique de considérer la localité-type de son taxon *hispanicus* comme étant Ciudad-Real, la région habitée par son ami Boscá, où les Discoglosses étaient récoltés pour lui.

Finalement, l'Espagne abrite aussi trois espèces de Discoglosses : *Discoglossus hispanicus* Lataste, 1879, à l'ouest, *Discoglossus jeannae* Busack, 1986, au sud et à l'est, et *Discoglossus pictus algerius* Lataste, 1879, introduit dans la province de Gérone, à l'extrême nord-est.

V. DISCUSSION ET CONCLUSION

Le polymorphisme des Discoglosses a rendu difficile la caractérisation morphologique des espèces de ce genre et leur classification. Dans les controverses et discussions entre Camerano (1879) et Lataste (1879), il y avait aussi un débat de fond sur le concept d'espèce et peut-être de façon sous-jacente une passe d'armes entre un darwinien et un lamarckien.

L'autorité de Lataste et de Boulenger a figé la classification des Discoglosses pendant un siècle. La thèse de Knoepffler (1962) a résolu le statut taxinomique de *Discoglossus sardus* Tschudi, 1837. Mais, il a fallu les études génétiques de Lanza et de ses collaborateurs (Lanza *et al.* 1984, Capula *et al.* 1985, Nascetti *et al.* 1986, Lanza *et al.* 1986) pour mieux comprendre le statut taxinomique des Discoglosses de Méditerranée occidentale et pour avoir la preuve que les Discoglosses de Catalogne française et espagnole sont des *Discoglossus pictus* introduits dans la région de Banyuls et provenant d'Algérie. L'étude des chants des Discoglosses méditerranéens, par Glaw et Vences (1991), a corroboré les distinctions taxino-

miques faites par l'équipe de Lanza. Veith et Martens (1997) ont écrit que les Discoglosses de Catalogne française et espagnole sont des *Discoglossus pictus scovazzi* et proviendraient du Maroc. Cela n'est pas vraisemblable car Nascetti *et al.* (1986) ont démontré, par les données génétiques, que ces Discoglosses sont semblables à ceux d'Alger et sont donc des *Discoglossus pictus algirus*. De plus, il me paraît improbable qu'ils soient originaires du Maroc car ce pays était fermé aux étrangers au XIX^e siècle.

Par des études génétiques fondées sur l'ADN mitochondrial, Garcia-Paris et Jockusch (1999) ont affiné le statut taxinomique des Discoglosses d'Espagne. Il y a désormais deux espèces de Discoglosses particulières à la Péninsule Ibérique. Ce fait n'est pas exceptionnel dans l'herpétofaune ibérique ; lors de révisions récentes de taxons, on a décrit des espèces particulières à l'ouest ou au sud de la Péninsule Ibérique, comme *Pelodytes ibericus* Sanchez-Harraz, Barbadillo et Sanchiz, 2000 et *Podarcis carbonelli* Pérez-Mellado, 1981.

Darrel Frost, dans la base de données sur les espèces d'Amphibiens du monde de l'American Museum de New York, a soulevé et tranché un problème nomenclatural sur des espèces de *Discoglossus* nommées par Lataste (1879). *Discoglossus hispanicus* Lataste, 1879, et *Discoglossus algirus* Lataste, 1879 ne sont pas des *nomen dubium* comme le croyait Lanza *et al.* (1986) mais des noms valides. En conséquence, *Discoglossus hispanicus* Lataste, 1879 est un synonyme plus ancien de *Discoglossus galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini et Crespo, 1985 et *Discoglossus algirus* Lataste, 1879 est un synonyme plus ancien de *Discoglossus auritus* Héron-Royer, 1888, mais ce taxon est considéré comme une sous-espèce de *Discoglossus pictus*.

Une zone d'ombre subsiste dans notre connaissance des Discoglosses de Méditerranée occidentale, il faut davantage étudier et préciser le statut taxinomique des Discoglosses d'Afrique du Nord et délimiter les répartitions de *D. pictus algirus* et *D. pictus scovazzi*.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angel F. 1946 - Reptiles et Amphibiens. Faune de France N° 45. FFSSN, Paris, 204 p.
- Betta E. de 1874 - Fauna d'Italia. Parte IV., Rettili ed Anfibi, 107 p.
- Bonaparte C. 1839 - Iconographia della Fauna Italica. 2 (23 et 24).
- Boulenger G.A. 1897 - The tailless Batrachians of Europe. Ray, London. Part I, 210 p.
- Boulenger G.A. 1910 - Les Batraciens et principalement ceux d'Europe. Doin et fils, Paris, 305 p.

- Busack S.D. 1986 - Biochemical and morphological differentiation in Spanish and Moroccan populations of *Discoglossus* and the description of a new species from southern Spain (Amphibia, Anura, Discoglossidae). *Ann. Carnegie Mus.*, 55(3) : 41-61.
- Camerano L. 1878 - Osservazioni intorno agli Anfibi Anuri del Marocco. *Atti Accad. Sci. Torino*, 13 : 542-558.
- Camerano L. 1879 - Studi sul genere *Discoglossus* Otth. *Atti Accad. Sci. Torino*, 14 : 435-451.
- Capula M., Nascetti G., Lanza B., Bullini L. & Crespo E.G. 1985 - Morphological and genetic differentiation between the Iberian and the other west Mediterranean *Discoglossus* species (Amphibia, Salientia Discoglossidae). *Monit. Zool. Ital.* (N.S.), 19 : 69-90.
- Castanet J. & Guyétant R. 1989 - Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France. SHF, Paris, 191 p.
- Companyo L. 1863 - Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales. T.3 (Zoologie). J.B. Alzine, Perpignan, 942 p.
- Crespon J. 1844 - La Faune méridionale. T. II. Nîmes, 354 p.
- Duméril A.M.C. & Bibron G. 1841 - Erpétologie générale. Vol. 8, Roret, Paris., 792 p.
- Fradet V. & Geniez P. 2004 - La répartition du Discoglosse peint *Discoglossus pictus* Otth, 1837 (Amphibien, Anoures, Discoglossidés) dans le sud de la France : note sur sa présence dans le département de l'Hérault. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 109 : 35-41.
- Garcia-Paris M. & Jockusch E.L. 1999 - A mitochondrial perspective on the evolution of Iberian *Discoglossus* (Amphibia, Anura). *J. Zool. Lond.*, 248 : 209-218.
- Geniez P. & Cheylan M. 1987 - Atlas de distribution des Reptiles et Amphibiens du Languedoc-Roussillon. Lab. Biogéographie et Écologie des Vertébrés, EPHE et GRIVE, Montpellier, 114 p.
- Glaw F. & Vences M. 1991 - Bioacoustic differentiation in painted frogs (*Discoglossus*). *Amphibia-Reptilia*, 12 : 385-394.
- Günther A. 1858 - Catalogue of Batrachians in the British Museum, 160 p.
- Héron-Royer F. 1888a - Essai sur la transmission de la coloration chez les Batraciens anoures. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 13 : 205-206.
- Héron-Royer F. 1888b - A propos du *Discoglossus auritus*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 13 : 220.
- Héron-Royer F. 1890 - Nouvelles observations sur l'acclimatation du *Discoglossus auritus*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 15 : 14.
- Knoepffler L.P. 1962 - Contribution à l'étude du genre *Discoglossus* (Amphibiens Anoures). *Vie Milieu*, 13 : 1-94.
- Lantz L.A. 1931 (1932) - Note sur la faune herpétologique des îles d'Hyères. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 56 : 420-422.
- Lanza B. 1989 - *Discoglossus pictus*. In: Atlas de Répartition des Amphibiens et Reptiles de France. Castanet J. & Guyétant R. (éds), 63, SHF, Paris, 191 p.
- Lanza B., Nascetti G., Capula M. & Bullini L. 1984 - Genetic relationships among west Mediterranean *Discoglossus* with the description of a new species (Amphibia Salientia Discoglossidae). *Monit. Zool. Ital.* (N.S.), 18 : 133-152.
- Lanza B., Nascetti G., Capula M. & Bullini L. 1986 - Les Discoglosses de la région méditerranéenne occidentale (Amphibia; Anura; Discoglossidae). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 40 : 16-27.

Lataste F. 1879 - Étude sur les *Discoglossus* Otth. *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, 33 : 275-342.

Martens H. & Veith M. 1987 - Considerations on origin and chorology of *Discoglossus pictus* Otth, 1837 in the eastern Pyrenees. Proc. 4th OGM SEH, Nimègue. Van Gelder J.J., Strijbosch H. & Bergers P.J.M. eds, p. 267-269.

Martin R. & Rollinat R. 1894 - Vertébrés sauvages du département de l'Indre. Soc. Édit. Scientif., Paris, 455 p.

Mertens R. & Müller L. 1928 - Die Amphibien und Reptilien Europas. *Abhr. Senckenb. Naturf. Ges.*, 41 : 1-62.

Mertens R. & Müller L. 1940 - Die Amphibien und Reptilien Europas. *Abhr. Senckenb. Naturf. Ges.*, 51 : 1-56.

Mertens R. & Wermuth H. 1960 - Amphibien und Reptilien Europas. Kramer W. Frankfurt am Main, 264 p.

Nascetti G., Capula M., Lanza B. & Bullini L. 1986 - Ricerche elettroforetiche sul genere *Discoglossus* (Amphibia, Anura, Discoglossidae). *Boll. Zool.*, 53(suppl.) : 57.

Pleguezuelos J.M., Marquez R. & Lizana M. 2002 - Atlas y libro rojo de los Anfíbios y Reptiles de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza & AEH, Madrid, 583 p.

Salvador A. 1985 - Guía de campo de los Anfíbios y Reptiles de la Península ibérica, islas Baleares y Canarias. Santiago García, León, Espagne. 212 p. + 43 cartes.

Schreiber E. 1875 - Herpetologia Europaea. Fischer, Iena, 639 p.

Tschudi J.J. 1837 - Nachtrag, in Otth. Beschreibung einer neuen europäischen Froschgattung *Discoglossus*. *Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Gellsch. Gesamt. Naturwiss.*, 1 : 8.

Tschudi J.J. 1839 - Classification der Batracher. *Mém. Soc. Sci. Nat. Neuchâtel*, 2 : 1-98.

Veith M. & Martens H. 1997 - *Discoglossus pictus*. In: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. SEH & Muséum national d'Histoire naturelle, Gasc J.P., Cabela A., Crnobrnja-Isailovic J., Dolmen D. Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martinez-Rica J.P., Maurin H., Oliveira M.E., Sofianidou T.S., Veith M. & Zuiderwijk A. (éds), p. 104-105.

Wintrebert P. 1908 - Présence à Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales) de *Discoglossus pictus* Otth. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 33 : 54.

manuscrit accepté le 19 novembre 2004

Découverte du Lézard ocellé *Lacerta lepida* Daudin, 1802 (Reptilia, Lacertidae) et confirmation de l'existence du Seps strié *Chalcides striatus* (Cuvier, 1829) (Reptilia, Scincidae) dans les Petites Pyrénées (départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne, France)

par

Gilles POTTIER

Nature Midi-Pyrénées, Maison régionale de l'environnement
14, rue de Tivoli
31068 Toulouse CEDEX
gilles.pottier-nature.mp@wanadoo.fr

et

EPHE, Laboratoire de biogéographie et écologie des vertébrés
Université Montpellier II
34095 Montpellier CEDEX 5

Résumé - Le Lézard ocellé *Lacerta lepida* a été découvert dans deux sites distincts des Petites Pyrénées (départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège), chaînon calcaire de la vallée de la Garonne où il n'avait jamais été signalé auparavant. Situées environ 50 km à l'ouest des populations connues les plus proches, établies rive droite de la vallée de l'Ariège, les populations découvertes sont manifestement isolées et leur statut conservatoire apparaît critique. L'existence du Seps strié *Chalcides striatus* est par ailleurs confirmée dans cette même zone (département de la Haute-Garonne) par une observation dans les Petites Pyrénées au sens strict (rive droite de la Garonne) où existaient des soupçons de présence, et par deux observations dans les Petites Pyrénées au sens large (rive gauche de la Garonne) où une seule observation (inédite) avait jusque-là été effectuée.

Mots-clés : Reptiles, France, Répartition, *Lacerta lepida*, *Chalcides striatus*, Petites Pyrénées.

Summary - Discovery of the Ocellated lizard *Lacerta lepida* Daudin, 1802 (Reptilia, Lacertidae) and presence of the Western three-toed skink *Chalcides striatus* (Cuvier, 1829) (Reptilia, Scincidae) in the "Petites Pyrénées" (départements of Ariège and Haute-Garonne, France). The Ocellated lizard *Lacerta lepida* was discovered in two distinct localities of the "Petites Pyrénées" (Haute-Garonne and Ariège départements), a limestone secondary range in the Garonne Valley, where it never had been recorded before. These localities are at least 50 km west of the closest known populations (on the right bank of the Ariège Valley). These populations are clearly isolated and their conservation status seems critical. Furthermore, the presence of the Western three-toed skink *Chalcides striatus* was also confirmed for the same area (Haute-Garonne département) by one sighting from the "Petites Pyrénées" *sensu stricto* (right bank of the Garonne) where its presence was previously suspected, and by two other sightings in the "Petites Pyrénées" *sensu largo* (left bank of the Garonne), an area from which only a single sighting (unpublished) was known until now.

Key-words: Reptiles, France, Distribution, *Lacerta lepida*, *Chalcides striatus*, Petites Pyrénées.

I. INTRODUCTION

Plusieurs espèces de reptiles méditerranéens sont présentes en France en dehors du biome méditerranéen *sensu stricto* (zone de culture de l'olivier). Le Lézard ocellé *Lacerta lepida*, le Seps strié *Chalcides striatus*, le Lézard hispanique *Podarcis hispanica* (nous traiterons ici du taxon méditerranéen *P. h. cebennensis*, et non pas du taxon atlantique *P. h. sebastiani*, présent au Pays Basque français) (Geniez & Crochet 2003), la Coronelle girondine *Coronella girondica* et à un degré moindre la Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspesulanus* sont signalés de plusieurs départements non méditerranéens, où ils constituent des populations relictuelles généralement isolées, la plupart du temps circonscrites à des habitats particuliers et menacés (pelouses et landes lâches xériques par exemple). Ces espèces se rencontrent notamment, de façon plus ou moins localisée, dans plusieurs régions du sud-ouest (Poitou-Charentes, Aquitaine, Limousin et Midi-Pyrénées) (Castanet & Guyétant 1989), au sein de départements largement soumis à un climat océanique pur ou de transition : Charente-Maritime, Charente, Dordogne, Gironde, Landes (Poitou-Charentes Nature 2002, Thirion *et al.* 2002), Lot-et-Garonne (obs. pers. postérieures à 1989 de *C. girondica* près de Tournon d'Agenais, et de *L. lepida* près de Saint-Front sur Lémance), Gers (Chalande 1888, Duguy 1960), Lot, Corrèze (Brugière 1986, Vincent 1991, GMHL 2000, Pottier 2003a, Dohogne 2004), Tarn et Garonne, Tarn et Aveyron (Geniez & Cheylan 1987, Cugnasse *et al.* 1993, Raynaud & Raynaud 1999). Exception faite du Lézard hispanique et de la Couleuvre de Montpellier, la distribution de ces espèces atteint le littoral Atlantique via les causses et coteaux xériques du Bassin aquitain au sens large (fig. 1).

Plus au sud, sur le versant nord des Pyrénées et leur piémont (départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Ariège, de la Haute-Garonne, des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques), la majorité de ces taxons a sa limite occidentale connue dans le département de l'Ariège. La Coronelle girondine est en effet seule à se rencontrer jusqu'aux reliefs des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques (Castanet & Guyétant 1989, Pottier 2003b), la faible pénétration du Lézard hispanique dans le département de la Haute-Garonne est manifestement restreinte à la plaine de la basse vallée de l'Ariège (Crochet & Geniez 2000), la découverte du Seps strié dans ce même département a eu lieu dans la plaine du Lauragais, près du département de l'Aude (Vacher *et al.* 2003), et la mention ancienne de *Chalcides striatus* dans le sud-est du Gers (commune de Seissan) (Chalande 1888) apparaît

quelque peu isolée au nord du piémont, dans les coteaux de Gascogne (Astarac). Enfin, précisons que la mention de Lézard ocellé portée sur la carte IGN 1:50 000 n° 1848 “Bagnères-de-Luchon” dans l’atlas SHF de 1989, non commentée dans la monographie malgré sa situation remarquable (Ewald *in* Castanet & Guyétant 1989), correspond très vraisemblablement à une erreur de codage dans la base de données (*Lacerta bilineata*) (Jean-Christophe de Massary com. pers.). Cette mention isolée (datée de 1976) a donc été invalidée et écartée de la cartographie préliminaire des reptiles et des amphibiens de la Haute-Garonne, laquelle ne comporte d’ailleurs aucune mention de Lézard ocellé (Vacher 2004, J.-P. Vacher com. pers.). Évidemment, cette mention a été également écartée du futur atlas de répartition des reptiles et amphibiens de France (Jean-Christophe de Massary com. pers.).

Ces espèces sont très majoritairement signalées dans la vallée même de l’Ariège ou à l’est de celle-ci, c’est-à-dire près des marges du biome méditerranéen. Ainsi, seul le Lézard hispanique *P. h. cebennensis* est connu pour s’étendre à l’ouest de cette vallée (Plantaurel occidental), ce taxon remontant également celle du Vicdessos (affluent de la rive gauche de l’Ariège) sur un peu plus de 10 km (Crochet & Geniez 2000). Comme la Couleuvre de Montpellier, dont la plus occidentale des trois observations ariégeoises signalées à ce jour concerne la vallée de l’Ariège (Bertrand & Crochet 1992), le Lézard ocellé et le Seps strié n’ont jamais été signalés plus à l’ouest sur le piémont du versant nord des Pyrénées centrales. En effet, les quelques observations de ces deux espèces portées à connaissance en Ariège sont toutes situées à l’est de la vallée de l’Ariège (Bertrand & Crochet 1992, Alain Bertrand com. pers.), et la mention de *L. lepida* (non reprise par Bertrand & Crochet 1992) portée sur la carte IGN 1:50 000 n° 2148 “Videssos” dans l’atlas SHF de 1989 (Castanet & Guyétant), dont l’origine est inconnue, correspond manifestement à une erreur de codage (Jean-Christophe de Massary com. pers.). Plus plausible d’un point de vue biogéographique que la mention de la carte “Bagnères-de-Luchon”, cette mention ne peut guère intéresser que la vallée même de l’Ariège (à la rigueur celle du Vicdessos) eût égard au territoire couvert par cette carte et à la localisation des surfaces d’habitats favorables.

Compte tenu de ces éléments, il est apparu intéressant de relater ici plusieurs observations récentes de Lézard ocellé et de Seps strié effectuées environ 50 km à l’ouest de la vallée de l’Ariège dans les Petites Pyrénées, massif calcaire du piémont des Pyrénées centrales situé de part et d’autre de la vallée de la Garonne.

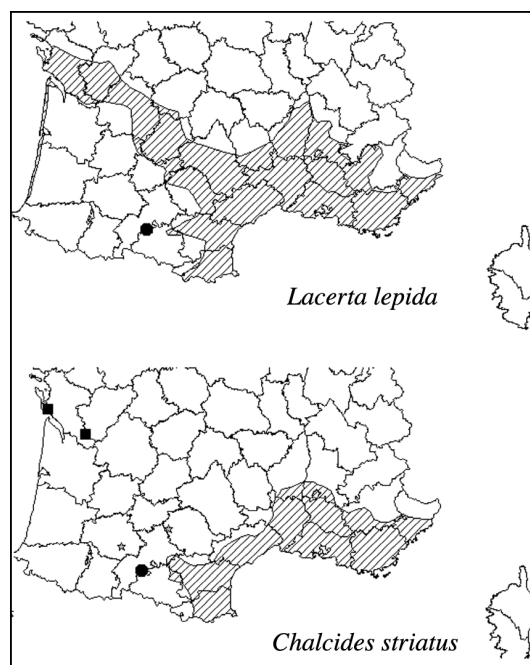


Figure 1 : Carte des localités nouvelles de *Lacerta lepida* et *Chalcides striatus* dans le contexte français. Hachures : aire de répartition connue en France (zone dans laquelle ces deux espèces sont signalées, qui diffère de leur zone de présence réelle, en particulier chez *L. lepida* dans le bassin aquitain où les populations sont très discontinues. Disques noirs : localités nouvelles du présent article. Carrés noirs : localités de *C. striatus* récemment découvertes en Charente-Maritime (Thirion *et al.* 2002, Thirion com. pers.). Étoiles : mentions anciennes de *C. striatus* (Chalande 1888) : communes de Seissan (Gers) et de Rabastens (Tarn).

Figure 1: Distribution range of *Lacerta lepida* and *Chalcides striatus* in France. Hatched area: current range (which differs from local presence, especially *L. lepida* in the “Bassin aquitain” where populations are discontinuous). Closed circles: new locations (this paper). Closed squares: *C. striatus* locations recently discovered in “Charente-Maritime” (Thirion *et al.* 2002, Thirion com. pers.). Stars: old citations of *C. striatus* (Chalande 1888): communes of Seissan (Gers) and Rabastens (Tarn).

II. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'OBSERVATIONS

Situées à la rencontre des régions naturelles du Comminges et du Volvestre, à cheval sur les départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège (cantons de Saint-Martory, d'Aurignac, de Cazères, de Salies-du-Salat et de Sainte-Croix Volvestre) les Petites Pyrénées s'étendent sur environ 20 km, de la vallée de la Garonne à l'ouest à la vallée du Volp à l'est. Chaînon

calcaire d'orientation générale nord-ouest - sud-est et d'altitude modeste (La Roque, 607 m) elles sont relativement proches de la haute chaîne pyrénéenne centrale, le mont Valier (2 838 m) étant situé à environ 40 km au sud. Elles constituent géologiquement le prolongement occidental du chaînon ariégeois du Plantaurel (lequel se poursuit à l'est de la vallée de l'Ariège jusqu'au département de l'Aude), et on leur adjoint généralement les hautes collines calcaires du canton d'Aurignac, qui, bien qu'appartenant géologiquement à la même entité, en sont séparées par la vallée de la Garonne. C'est cette approche géographique élargie que nous adopterons ici, en précisant à chaque fois de quel côté de la Garonne se situe l'observation décrite.

Placées sous influence océanique, les Petites Pyrénées reçoivent entre 800 mm et 1 000 mm de pluie par an, et sont parfois victimes, du fait de la proximité de la chaîne pyrénéenne, d'un effet de blocage orographique générant une couverture nuageuse tenace. De fait, l'ensoleillement annuel y est assez faible (1 750 h à 2 000 h), et l'ensoleillement journalier de juillet compris entre 7 h et 9 h. Le régime thermique est par contre clément, les températures minimales de juillet étant comprises entre 14°C et 17°C et le nombre annuel de jours de gel permanent inférieur à 5 (Kessler & Chambraud 1990).

Les versants exposés au nord sont généralement occupés par des boisements relevant de la ceinture collinéenne subatlantique fraîche et humide (Hêtre et Chêne pédonculé pour l'essentiel), et il existe même localement un important peuplement abyssal (supposé spontané) de Sapin pectiné (forêt de Sainte-Croix Volvestre), au sein duquel est signalée une population isolée de Léopard vivipare *Zootoca vivipara* (Bertrand & Crochet 1992).

Les versants exposés au sud présentent une végétation très différente, la nature calcaire de la roche mère et la maigreur des sols se conjuguant pour permettre localement le maintien par effet de correction édaphique de pelouses sèches et de landes lâches xériques, avec un important contingent d'espèces à affinités méditerranéennes : Leuzée conifère *Leuzea coni-fera*, Stéhéline douteuse *Staezelina dubia*, Genêt scorpion *Genista scorpius*, etc.

Le paysage des Petites Pyrénées reste cependant dominé par un bocage à prairies de fauche et de pâture, cette région étant assez largement vouée à l'élevage bovin.

III. DESCRIPTION DES OBSERVATIONS

A. Découverte de *Lacerta lepida* dans les Petites Pyrénées *sensu stricto*

(rive droite de la Garonne) (fig. 2)

1. Site d'observation n° 1 : commune de Cérizols (Ariège)

Un jeune mâle a été capturé-mesuré-photographié et immédiatement relâché sur place en milieu de journée le 02/05/04 vers 450 m d'altitude sur la commune de Cérizols (Ariège), lieu-dit "Le Coup" (W 1.41 cgr. Lon., 47.92 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1946 "Saint-Gaudens", cadran n° 4) (obs. pers.). La longueur museau-cloaque est de 135 mm, la longueur de la queue de 165 mm (son extrémité étant régénérée). Cet individu ne présente pas de particularités notables de l'écaillure ou de la robe, les ocelles caractéristiques de l'espèce étant bien visibles et le nombre de rangées longitudinales d'écaillures ventrales à mi-corps étant de 10. Peu après ce premier contact, un second individu adulte a été aperçu vers 500 m d'altitude se réfugiant sous une grosse pierre, à environ 100 m du premier contact (obs. pers.). L'habitat consiste en un versant exposé au sud à taux très élevé de marne et de roche calcaire affleurante (lapiazée par endroits), portant un peuplement épars de Genêt scorpion, de Genévrier commun, d'Érable de Montpellier et de Chêne pubescent.

Les espèces de reptiles syntopiques (obs. pers.) sont le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, la Vipère aspic *Vipera aspis* (une femelle adulte contactée à quelques mètres du second individu observé, en zone de lapiaz) et la Couleuvre verte-et-jaune *Coluber viridiflavus*. Le Lézard vert occidental *Lacerta bilineata* est très présent dans le bocage environnant.

2. Site d'observation n° 2 : commune de Belbèze-en-Comminges (Haute-Garonne)

Suite à la découverte de l'espèce sur la commune ariégeoise de Cérizols, une prospection ciblée a été menée environ 3 km à l'ouest sur la commune voisine de Belbèze-en-Comminges (Haute-Garonne), où un site occupé par *Chalcides striatus* (voir plus loin) paraissait également favorable à *L. lepida*.

Un mâle adulte a été capturé-mesuré-photographié et immédiatement relâché sur place en fin de matinée le 20/05/04 vers 440 m d'altitude au lieu-dit "Sarrat" (W 1.45 cgr. Lon., 47.93 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1946 "Saint-Gaudens", cadran n° 4) (obs. pers.). La longueur museau-cloaque est de 165 mm, la longueur de la queue (visiblement intacte) de

290 mm. Cet individu ne présente pas non plus de particularités notables (10 rangs longitudinaux d'écailles ventrales, ocelles bien visibles). Aucun autre individu n'a été vu durant la prospection, malheureusement menée par température assez élevée.

L'habitat, assez différent de celui du site d'observation n° 1, est une zone de calcaire tendre à fort taux de roche affleurante mais couverture herbacée plus présente, avec nombreux Chênes pubescents épars. Notons la présence de plusieurs grosses cavités artificielles plus ou moins profondes, correspondant à d'anciennes carrières souterraines.

Les autres espèces de reptiles observées sur ce site et ses environs immédiats (obs. pers.) sont la Coronelle girondine *Coronella girondica* (un individu subadulte capturé-photographié-relâché le 25/09/02), la Vipère aspic *Vipera aspis*, le Seps strié *Chalcides striatus* (plusieurs observations, relatées ci-dessous) et le Lézard des murailles *Podarcis muralis*. Le bocage environnant héberge (à moins de 500 m du site) la Couleuvre à collier *Natrix natrix*, la Couleuvre verte-et-jaune *Coluber viridiflavus* et le Lézard vert occidental *Lacerta bilineata*. La Vipère aspic et le Lézard des murailles y sont également présents.

B. Confirmation de l'existence de *Chalcides striatus* dans les Petites Pyrénées (fig. 2)

1. Confirmation de l'existence de l'espèce dans les Petites Pyrénées *sensu stricto* : rive droite de la Garonne

a. Observation probable sur la commune de Saint-Michel (Haute-Garonne)

L'espèce a d'abord été vraisemblablement contactée en mai 2002 vers 350 m d'altitude sur la commune de Saint-Michel (Haute-Garonne), environ 700 m à l'ouest-nord-ouest nord-ouest lieu-dit "Les Bouriés" (W 47.96 cgr. Lon., 1.38 cgr. Lat) (carte IGN 1:50 000 n° 2046 "Le Mas d'Azil" cadran n° 1) (obs. : Lionel Belhacène), sans qu'il soit possible d'homologuer formellement l'observation (fuite rapide, pas de photographie). De l'avis même de l'observateur, ce contact furtif méritait confirmation, mais la description physique et comportementale de l'animal entrevu, jointe aux caractéristiques de l'habitat, désignait *Chalcides striatus* avec une faible marge d'erreur. Ce site n'a pas encore été revisité, et la présence de l'espèce n'y est donc pas encore formellement avérée.

b. Site d'observation n° 1 : commune de Belbèze-en-Comminges (Haute-Garonne)

Un individu a été aperçu brièvement le 21/04/04 sur la commune de Belbèze-en-Comminges (Haute-Garonne) vers 430 m d'altitude au lieu-dit "Sarrat", c'est-à-dire sur le même

site que l'observation de *L. lepida* n° 2, mais antérieurement à celle-ci (W 1.45 cgr. Lon., 47.93 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1946 "Saint-Gaudens", cadran n° 4) (obs. pers.). Plusieurs fuites suspectes ont par ailleurs été constatées ce jour-là. Une seconde visite effectuée le 02/05/04 a ensuite permis de capturer-photographier et immédiatement relâcher sur place une femelle subadulte. Enfin, deux individus adultes ont également été observés le 20/05/04, autrement dit le jour de la découverte de *L. lepida* sur le site (obs. pers.).

L'habitat consiste en une formation herbacée dense de bas de versant, à sol marneux plus ou moins humide, parsemée de Genêts scorpiens et de quelques Chênes pubescents. Cet habitat est surmonté par d'importantes surfaces de pelouses sèches à fort taux de roche affleurante, où le Lézard ocellé a été observé. S'agissant du même site, la liste des autres reptiles syntopiques est la même que pour l'observation de Lézard ocellé n° 2.

2. Confirmation de l'existence de l'espèce dans les Petites Pyrénées *sensu lato* : rive gauche de la Garonne

a. Site d'observation n° 2 : commune de Marignac-Laspeyres (Haute-Garonne)

Un individu adulte, fortuitement découvert sous la bâche de protection d'un chantier de fouilles paléontologiques, a été photographié (photo examinée par l'auteur) en septembre 1999 vers 450 m d'altitude au lieu-dit "Cassagnau", sur la commune de Marignac-Laspeyres (Haute-Garonne) (W 1.53 cgr. Lon., 47.99 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1946 "Saint-Gaudens", cadran n° 3) (observation et photographie : Yves Laurent). Une prospection menée le 08/05/04 au même lieu-dit n'a pas permis de re-contacter l'espèce, dont l'habitat est ici considérablement réduit par l'exploitation d'une carrière. Seuls quelques *Podarcis muralis* et un Crapaud calamite *Bufo calamita* subadulte ont été observés (obs. pers.).

b. Site d'observation n° 3 : commune d'Aurignac (Haute-Garonne)

Une seconde prospection menée le même jour sur la commune voisine d'Aurignac (Haute-Garonne) au sein d'une lande ouverte visiblement très favorable a permis de capturer-photographier et immédiatement relâcher sur place un jeune mâle vers 450 m d'altitude au lieu-dit "Martin" (W 1.61 cgr. Lon., 48.01 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1945 "Le Fousseret", cadran n° 6). Seul *Podarcis muralis* a également été observé ce jour-là (obs. pers.).

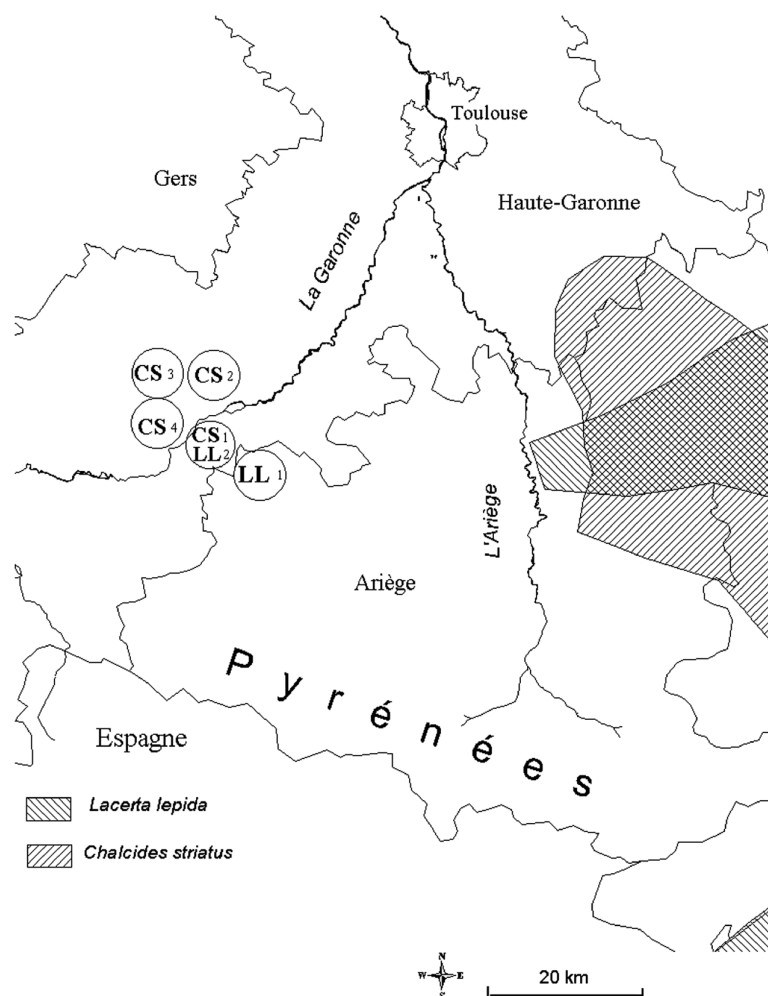


Figure 2 : Localités nouvelles pour *Chalcides striatus* et *Lacerta lepida* dans le versant nord des Pyrénées. CS : *Chalcides striatus* ; LL : *Lacerta lepida*. Hachures : aire de répartition et limite occidentale connue de *C. striatus* et *L. lepida*, d'après Bertrand & Crochet (1992) et Vacher et al. (2003). Cercles : localités de découverte de *L. lepida* et localités de confirmation de l'existence de *C. striatus* dans les Petites Pyrénées. LL 1 : site d'observation n° 1 de *L. lepida* (commune de Cérizols, Ariège). LL 2 / CS 1 : site d'observation n° 2 de *L. lepida* et site d'observation n° 1 de *C. striatus* (commune de Belbèze-en-Comminges, Haute-Garonne). CS 2 : site d'observation n° 2 de *C. striatus* (commune de Marignac-Laspeyres, Haute-Garonne). CS 3 : site d'observation n° 3 de *C. striatus* (commune d'Aurignac, Haute-Garonne). CS 4 : site d'observation n° 4 de *C. striatus* (commune d'Auzas, Haute-Garonne).

Figure 2: New locations for *Chalcides striatus* and *Lacerta lepida* on the northern slope of the "Pyrénées". CS : *Chalcides striatus* ; LL : *Lacerta lepida*. Hatched area: distribution range and western limit of known populations of *C. striatus* and *L. lepida*, from Bertrand & Crochet (1992) and Vacher et

al. (2003). Circles: discovery location of *L. lepida* and confirmed locations of *C. striatus* in the “Petites Pyrénées”. LL 1: observation n° 1 of *L. lepida* (commune of Cérizols, Ariège). LL 2 / CS 1: observation n° 2 of *L. lepida* and observation n° 1 of *C. striatus* (commune de Belbèze-en-Comminges, Haute-Garonne). CS 2: observation n° 2 of *C. striatus* (commune de Marignac-Laspeyres, Haute-Garonne). CS 3: observation n° 3 of *C. striatus* (commune d’Aurignac, Haute-Garonne). CS 4: observation n° 4 of *C. striatus* (commune d’Auzas, Haute-Garonne).

c. Site d’observation n° 4 : commune d’Auzas (Haute-Garonne)

Une troisième prospection effectuée en suivant plus au sud sur la commune d’Auzas (Haute-Garonne) au sein d’une autre lande ouverte manifestement favorable a rapidement permis de contacter un individu subadulte en thermorégulation vers 330 m d’altitude (photographié sans capture) (lieu-dit “Sémané”, W 1.59 cgr. Lon., 47.97 cgr. Lat.) (carte IGN 1:50 000 n° 1946 “Saint-Gaudens”, cadran n° 3). Seul le Lézard des murailles *Podarcis muralis* a également été observé (obs. pers.).

Ces prospections ont été menées par conditions favorables : température de l’air fraîche et léger vent, alternance de passages nuageux et d’éclaircies, immédiatement après une longue période froide et pluvieuse.

IV. DISCUSSION

Situées environ 50 km à l’ouest des populations connues les plus proches, qui se trouvent sur la rive est de la vallée de l’Ariège, les deux populations de Lézard ocellé découvertes étendent la répartition de l’espèce à la carte IGN 1:50 000 n° 1946 “Saint-Gaudens”, ce qui représente une donnée nouvelle à échelle nationale et une importante avancée occidentale du patron de répartition de l’espèce sur le piémont des Pyrénées françaises (Castanet & Guyétant 1989, Bertrand & Crochet 1992). L’observation effectuée sur la commune de Belbèze-en-Comminges représente en outre la première mention certaine de cette espèce dans le département de la Haute-Garonne (Vacher 2004, J.-P. Vacher com. pers.).

Ces populations, qui apparaissent déconnectées des populations du nord-est ariégeois par de vastes zones impropres au maintien de l’espèce (bocage prairial, bois, etc.), apparaissent également plus ou moins isolées entre elles. Bien qu’une zone favorable à l’espèce (non encore prospectée) existe entre le site d’observation n° 1 et le site d’observation n° 2 (distants de 3 km environ), ces deux (trois ?) sites sont séparés par des milieux ne convenant pas à l’espèce, limitant ou faisant obstacle aux flux d’individus : prairies de fauche, ripisylves,

ruisseaux, cultures, haies bocagères, bois, etc. Dans cette zone, les habitats favorables au Lézard ocellé représentent d'assez faibles surfaces, distinctes les unes des autres et enclavées au sein de milieux défavorables à cette espèce. Beaucoup de surfaces vraisemblablement occupées par ce lézard dans le passé y sont aujourd'hui impropres à son maintien du fait de la déprise pastorale, qui entraîne un embroussaillage et une reforestation spontanée des anciens parcours à bétail, comme c'est également le cas dans d'autres régions de France (Cheylan & Grillet 2003, Pottier 2003a). Compte tenu de la disponibilité contemporaine en habitat approprié, le nombre total de noyaux populationnels de Lézards ocellés dans les Petites Pyrénées doit peut-être être inférieur à cinq, sachant que les populations contactées occupent des zones particulièrement propices (tant qualitativement que quantitativement) et qu'elles sont peut-être les seules. De nouvelles prospections s'imposent donc pour tenter de découvrir d'autres populations de cette espèce et assurer leur conservation, non seulement dans les Petites Pyrénées, mais également dans le Plantaurel occidental. Cette dernière zone, relativement étendue et continue, offrant localement quelques belles surfaces d'habitats favorables, a une probabilité assez élevée d'héberger l'espèce, d'autant qu'elle est située entre les populations connues du nord-est de l'Ariège et les populations découvertes. Des recherches s'imposent également en rive gauche de la Garonne (Petites Pyrénées *sensu lato* : collines d'Aurignac et zones proches) où existent quelques surfaces éparses d'habitat favorable au Lézard ocellé, la présence dans cette zone du Seps strié confirmant la légitimité d'y mener des prospections. Soulignons que cette présence de l'espèce dans les Petites Pyrénées s'accorde avec l'hypothèse d'un peuplement ancien du littoral aquitain via le piémont nord-pyrénéen, voie hypothétique se poursuivant rive gauche de la Garonne, au nord-ouest, par les coteaux de Gascogne (Cheylan & Grillet à paraître).

Les observations de Seps strié relatées ici étendent, quant à elles, l'aire de répartition française connue de l'espèce à deux nouvelles cartes IGN 1:50 000 : n° 1946 "Saint-Gaudens" et n° 1945 "Le Fousseret", les localités nouvelles étant en fait situées entre la mention ancienne du Gers et les populations du nord-est de l'Ariège et du Lauragais. Les observations effectuées rive gauche de la Garonne sont particulièrement intéressantes dans la mesure où elles tendent à accréditer l'hypothèse exposée plus haut, cette espèce ayant un profil biogéographique et un patron de distribution comparable à celui de *L. lepida*.

Le Seps strié apparaît bénéficier dans les Petites Pyrénées d'un statut moins précaire que celui du Lézard ocellé : adepte de milieux ouverts à couverture herbacée plus dense et sou-

vent plus élevée (voire plus ou moins embroussaillés) et pouvant s'accommoder de surfaces restreintes (Marc Cheylan com. pers.), cette espèce souffre moins rapidement de la déprise pastorale et semble moins menacée. Localement néanmoins, la destruction par des carrières de pelouses et landes ouvertes exposées au sud entraîne une importante perte d'habitat, et certaines populations en ont certainement déjà pâti. Ces populations de Seps strié des Petites Pyrénées, fragmentées, apparaissent déconnectées des populations du nord-est de l'Ariège et du Lauragais par plusieurs vallées et zones dépourvues d'habitats favorables. Elles apparaissent également déconnectées des populations du sud-est du Gers, situées environ 50 km au nord-ouest (Chalande 1888), dont elles sont séparées par plusieurs vallées occupées par de vastes zones de cultures et de prairies tout à fait défavorables. Le Seps strié est certainement présent en plusieurs points des Petites Pyrénées et du Plantaurel occidental, et, plus au nord, dans certains coteaux secs de la région du Volvestre, où il doit être recherché. Il n'est également pas exclu qu'il soit présent plus haut dans la vallée de la Garonne, où existent localement (Ore, Lourde,...) d'importantes surfaces de végétation méditerranéenne (maquis et bois clairs de Chênes verts notamment). Bien évidemment, de nouvelles recherches s'imposent également dans tout l'éventail des coteaux de Gascogne (Astarac, mais aussi nord du Magnoac, Fezensac et même Lomagne).

Enfin, la Coronelle girondine, dont l'observation relatée ici constitue également une donnée nationale nouvelle (carte IGN 1:50 000 n° 1946 "Saint-Gaudens"), est l'espèce méditerranéenne dont le statut dans les Petites Pyrénées apparaît le moins précaire, cet ophidien ibéro-maghrébin étant très largement distribué dans le sud-ouest de la France, où des données récentes attestent notamment de sa présence dans la totalité des départements de Midi-Pyrénées (inventaire des reptiles et amphibiens de Midi-Pyrénées en cours, inédit). Elle a été observée jusqu'à 1 250 m en vallée d'Aure dans les Hautes-Pyrénées (commune d'Aspin - Aure), et occupe également dans ce département les chaînons calcaires des basses Baronnie (communes d'Asque et d'Esparros) et les collines qui leur font suite au nord (commune de Bonnemazon) (Pottier 2003b). S'accommodant de climats localement très pluvieux, à tonalité montagnarde, et de milieux parfois relativement fermés, la Coronelle girondine apparaît la moins xérophile et la moins thermophile de nos relictés méditerranéens, et sa conservation moins immédiatement tributaire d'une certaine pression de pâturage.

Ces espèces, classées "déterminantes" (ou "déterminantes avec critères géographiques") dans le cadre de la modernisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt

Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de Midi-Pyrénées, vont certainement permettre, avec d'autres, de désigner dans les Petites Pyrénées plusieurs zones de ce type, zones qu'il sera vivement souhaitable de préserver dans l'avenir. La conservation du Lézard ocellé, qui figure au nombre des espèces "Vulnérables" de la liste rouge française des espèces disparues et menacées (Maurin & Keith 1994), apparaît ici très étroitement tributaire du pâturage, pratique qui devra être maintenue et favorisée dans le futur sur les sites occupés. Localement, la réouverture mécanique de certaines landes particulièrement refermées sera peut-être même nécessaire.

V. CONCLUSION

Plusieurs populations relictuelles de reptiles méditerranéens, déjà signalées ou non par des auteurs anciens, ont été découvertes ou redécouvertes ces dernières années dans le quart sud-ouest de la France, suite à des prospections ciblées. Le Lézard ocellé a par exemple été redécouvert dans diverses localités de la région Poitou-Charentes (Grillet & Thirion 1999, Précigout 2001), le Seps strié découvert en Ariège (Bertrand & Crochet 1992), puis redécouvert en Charente-Maritime (Thirion *et al.* 2002, Thirion com. pers.) et découvert en Haute-Garonne (Vacher *et al.* 2003), et le Lézard hispanique découvert dans le Tarn et la Haute-Garonne (Crochet & Geniez 2000).

L'expérience tend donc à prouver que ces populations relictuelles, à détectabilité souvent faible, peuvent aisément passer pour éteintes ou inexistantes en l'absence de prospections intensives répétées, menées par conditions météorologiques optimales, surtout dans le cas d'une espèce aussi cryptique et rapide que le Seps strié. Mais même une espèce de grande taille comme le Lézard ocellé peut s'avérer très discrète et nécessiter des visites répétées avant qu'un individu ne soit aperçu : dans le cas présent, il s'agit respectivement des 3^e (site n° 1) et 4^e (site n° 2) prospections menées, aucun individu n'ayant été contacté auparavant.

En conclusion, nous ne pouvons qu'inciter vivement les herpétologues de terrain à mener des prospections répétées au sein des zones dont les caractéristiques biogéographiques, écologiques et climatiques permettent d'émettre l'hypothèse de l'existence contemporaine de populations relictuelles de certains reptiles (méditerranéens ou nordiques selon les cas), *a fortiori* lorsque ces hypothèses sont étayées par des publications anciennes. Les chances de résultats sont loin d'être nulles, et notre connaissance chorologique de ces

espèces, autant que nos possibilités de les conserver, ont tout à y gagner.

Remerciements. Mes remerciements vont d'abord à Claire Froidefond pour son assistance sur le terrain. Les témoignages d'Yves Laurent (Muséum d'histoire naturelle de Toulouse) et de Lionel Belhacène (Isatis ; Nature Midi-Pyrénées) ont largement motivé mes recherches dans cette zone, et cet article leur doit beaucoup. Qu'ils en soient chaleureusement remerciés. Je remercie également Samuel Danflos pour la traduction en anglais du résumé, Michèle Dessaivre pour l'aide apportée à la réalisation des cartes et toutes les personnes m'ayant permis d'améliorer la qualité de ce travail grâce à leurs informations : Alain Bertrand, Marc Cheylan, Pierre Grillet, Jean-Christophe de Massary, Jean-Marc Thirion et Jean-Pierre Vacher. Ces prospections, réalisées dans le cadre de l'inventaire régional des reptiles et amphibiens (coordonné par l'auteur, association Nature Midi-Pyrénées) ont été réalisées grâce au concours du Conseil régional de Midi-Pyrénées et des fonds structurels européens.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bertrand A. & Crochet P.-A. 1992 - Amphibiens et Reptiles d'Ariège. Inventaires floristiques et faunistiques d'Ariège n° 3. Association des Naturalistes d'Ariège (A.N.A), Clermont, 137 p.

Brugière D. 1986 - Batraciens et reptiles de l'Allier, du Puy-de-Dôme, de la Loire, de la Haute-Loire, du Cantal et de la Lozère. Essai de Synthèse sur la Répartition des Batraciens et Reptiles du Massif Central. Centre ornithologique Auvergne, Société pour l'étude et la protection de la faune sauvage et des milieux naturels, Clermont-Ferrand, 158 p.

Castanet J. & Guyétant R. 1989 - Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France. SHF & MNHN, Paris, 191 p.

Chalande J. 1888 - Faune des Reptiles de la région sous-pyrénéenne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 22 : 69-78.

Cheylan M. & Grillet P. 2003 - Le Lézard ocellé en France : un déclin inquiétant. *Courr. Nat.*, 205 : 25-31.

Cheylan M. & Grillet P. 2005 - Statut passé et actuel du Lézard ocellé (*Lacerta lepida*, Saurien, Lacertidés) en France. Implications en termes de conservation. *Vie Milieu*, 55(1) : 15-30.

Cugnasse J.-M., Maurel Th., Maurel Ch., Néri F. & Salvan J. 1993 - Les vertébrés du département du Tarn (liste commentée). Groupe ornithologique du Tarn, 96 p.

Crochet P.-A. & Geniez Ph. 2000 - Premières mentions de *Podarcis hispanica* (Steindachner 1870) (Sauria, Lacertidae) dans la Haute-Garonne et le Tarn et limites de sa répartition en Ariège, dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Aude (France). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 95 : 37-42.

Dohogne R. 2004 - Découvrir les reptiles du Limousin. Groupe mammalogique et herpétologique du Limousin, Limoges, 56 p.

Duguy R. 1960 - Note sur une *Coronella girondica* de grande taille. *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr.*, 56 : 21-23.

Ewald Ph. 1989 - *Lacerta lepida*, Lézard ocellé. In : Atlas de Répartition des Amphibiens et Reptiles de France, Castanet J. & Guyétant R. eds, p. 130-131, SHF & MNHN, Paris.

Geniez P. & Cheylan M. 1987 - Atlas de Distribution des Reptiles et Amphibiens du Languedoc-Roussillon. 1e édit. Laboratoire de biogéographie et écologie des vertébrés de l'EPHE & Groupe de recherche et d'information sur les vertébrés, Montpellier, 115 p.

Geniez P. & Crochet P.-A. 2003 - Confirmation de l'existence en France de trois taxons méconnus : *Alytes obstetricans almogavarii* Arntzen & García-Paris 1995 (Amphibia, Discoglossidae), *Podarcis*

hispanica sebastiani (Klemmer 1964) (Reptilia, Lacertidae) et *Natrix natrix astreptophora* (Seoane 1884) (Reptilia, Colubridae). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 105 : 41-53.

Grillet P. & Thirion J.-M. 1999 - Redécouverte de la répartition du Lézard ocellé *Lacerta lepida* Daudin, 1802 en Charente-Maritime. *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime*, 8(8) : 941-945.

Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL) 2000 - Mammifères, reptiles, amphibiens du Limousin. Limoges, 215 p.

Kessler J. & Chambraud A. 1990 - Météo de la France. Tous les climats localité par localité. J.-C. Latès, Malesherbes, 391 p.

Maurin H. & Keith Ph. 1994 - Le Livre Rouge. Inventaire de la faune menacée en France. Nathan, WWF, Muséum national d'histoire naturelle & Ministère de l'Environnement, Paris, 175 p.

Poitou-Charentes Nature 2002 - Amphibiens et reptiles du Poitou-Charentes - Atlas préliminaire. Cahiers techniques du Poitou-Charentes, Poitou-Charentes Nature, Poitiers, 112 p.

Pottier G. 2003a - Répartition et habitat du Lézard ocellé sur les causses du Lot. *Quercy Rech.*, 113 : 42-50.

Pottier G. 2003b - Liste commentée des reptiles & amphibiens des Pyrénées occidentales françaises. *Le Casseur d'Os. Rev. Groupe Ornithol. Pyrénées Adour*, 3(2) : 88-115.

Précigout L. 2001 - La redécouverte du Lézard ocellé (*Lacerta lepida*) en Charente. *Zaménis*, 6 : 12.

Raynaud A. & Raynaud J.-L. 1999 - Les reptiles du département du Tarn. Systématique et biologie. 2^e édit. Saverdun, 100 p.

Thirion J.-M., Grillet P. & Geniez Ph. 2002 - Les Amphibiens et les Reptiles du Centre-Ouest de la France. Région Poitou-Charentes et départements limitrophes. Collection Parthénopé, Éditions Biotope, Mèze (France), 144 p.

Vacher J.-P., Presse B. & Bertrand A. 2003 - Découverte du Seps strié *Chalcides striatus* (Cuvier 1829) (Squamata, Scincidae) dans le département de la Haute-Garonne. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 105 : 4-8.

Vacher J.-P., 2004 - Atlas de Répartition des Amphibiens et Reptiles de France : Cartographie préliminaire du Département de la Haute-Garonne. Document de travail non publié, 10 p.

Vincent Th. 1991 - La Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus* (Hermann 1804) (Squamata, Colubridae) dans le département du Lot (France). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 60 : 5-8.

manuscrit accepté le 12 novembre 2004

NOTE

**La distribution du Crapaud calamite
Bufo calamita Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae)
dans les Pyrénées françaises**

par

Jean-Pierre VACHER⁽¹⁾, Gilles POTTIER^(2,3) et Olivier GROSSELET⁽⁴⁾

⁽¹⁾BUFO, Musée d'histoire naturelle et d'ethnographie
11 rue de Turenne, 68000 Colmar
overmuch51@hotmail.com

⁽²⁾Nature Midi-Pyrénées
14 rue de Tivoli, 31068 Toulouse CEDEX
g.pottier@naturemp.org

⁽³⁾École pratique de hautes études
Laboratoire de biogéographie et d'écologie des vertébrés
Université de Montpellier II, 34095 Montpellier CEDEX 5.

⁽⁴⁾ISSNS - Philofauna
11 rue du Maréchal Foch, 44240 La Chapelle-sur-Erdre
philofauna@free.fr

Résumé - La distribution du Crapaud calamite *Bufo calamita* Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae) dans les Pyrénées françaises est élargie à de nouvelles stations dans les Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Orientales ; les observations montrent une répartition sporadique dans les milieux ouverts subalpins, avec une activité de reproduction à une altitude maximale de 1 686 m.

Mots-clés : *Bufo calamita*, Distribution altitudinale, Pyrénées françaises, Chant d'accouplement.

Summary - **Distribution of the natterjack toad *Bufo calamita* Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae) in the French Pyrénées.** The known distribution of the natterjack toad *Bufo calamita* Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae) in the French Pyrenees is widened to new localities in the Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées and Pyrénées-Orientales *départements*; our observations show a fragmented distribution throughout the range. The natterjack occurs in open sub alpine habitats. The reproduction activity occurs at maximum height of 1686 m a.s.l.

Key-words: *Bufo calamita*, Altitudinal distribution, French Pyrenees, Mating call.

I. INTRODUCTION

Le Crapaud calamite *Bufo calamita* est une espèce de l'ouest paléarctique, répartie au sud-ouest et au centre-nord de l'Europe (Beebee 1979, 1983, 1997). En France, il est présent de manière non homogène sur l'ensemble du territoire (Le Garff 1989). Les plus importantes populations sont présentes dans des zones de plaine. Pourtant, il existe des localités d'altitude qui méritent l'attention car elles sont isolées et présentes en effectifs peu nombreux (Fonters 2003). Cette note complète les connaissances de la répartition du Crapaud calamite dans les Pyrénées françaises.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Dans le cadre de la réactualisation de l'inventaire national des Amphibiens et des Reptiles de France, une dynamique régionale d'acquisition de données s'est mise en place, notamment en Languedoc-Roussillon et en Midi-Pyrénées. Dans cette optique, une analyse de la bibliographie concernant l'herpétofaune régionale a été entreprise. De plus, des campagnes de prospection ont été effectuées dans des zones peu connues des herpétologues ainsi que sur des sites déjà inventoriés, où des compléments d'information étaient nécessaires. Certaines sessions de prospections étaient ciblées sur une espèce particulière, mais ont également permis la découverte d'autres dans des zones inattendues. Des enregistrements sonores furent réalisés (DAT Tascam DAP1 et microphone hypercardioïde Sennheiser ME67 + K6CL). Les sonagrammes sont dessinés sous le logiciel Avisoft-SAS Lab Pro v.4.5, avec une transformation de Fourier d'une fréquence de résolution de 43 Hz (FFT 1024 Hz) et une résolution temporelle de 18 ms. La représentation choisie est la fenêtre de Hamming.

III. RÉSULTATS

L'analyse de la bibliographie concernant la distribution du Crapaud calamite dans les Pyrénées nous informe du peu de localités sur le versant français des Pyrénées. Seuls Knoepffler (1962) et Pottier (2003) mentionnent des localités en montagne. Le premier auteur mentionne des observations du Crapaud calamite sur le massif des Bouillouses, dans les Pyrénées-Orientales (66), et le second donne trois localités, une dans les Pyrénées-Atlantiques (64) et deux dans les Hautes-Pyrénées (65) (fig. 1). La cartographie publiée dans l'atlas de répartition des Amphibiens et des Reptiles de France (Le Garff 1989) fait tout de

même apparaître l'espèce sur des mailles localisées dans la chaîne pyrénéenne. Cependant, l'auteur de la monographie précise que l'espèce n'est pas présente au-dessus de 1000 m d'altitude. Toutefois le Crapaud calamite est tout de même mentionné de manière imprécise dans les parties pyrénéennes de la Haute-Garonne (31), des Pyrénées-Atlantiques (64), des Hautes-Pyrénées (65) et des Pyrénées-Orientales (66). L'atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles d'Ariège (Bertrand & Cochet 1992) ne mentionne pas l'espèce dans la partie pyrénéenne du département. Bien que le texte précise qu'aucune observation n'a été réalisée dans ce département au-dessus de 400 m, le graphique d'altitude publié mentionne 3 observations entre 500 m et 700 m. L'origine et la localisation de ces données d'altitude moyenne ne sont pas mentionnées. Cependant, ces données au-delà de 500 m résultent d'une erreur d'édition (Crochet & Bertrand, comm. pers.). L'*Atlas de Distribution des Amphibiens et des Reptiles du Languedoc-Roussillon* (Geniez & Cheylan 1987) ne fait apparaître aucune observation de Crapaud calamite dans les parties pyrénéennes des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

L'un d'entre nous (J.-P. V.) a observé en juillet 1997 un individu adulte de Crapaud calamite sur la commune de Fontrabieuse, dans le département des Pyrénées-Orientales (66). L'individu se trouvait sous une pierre en lisière d'une forêt de pins à crochet (*Pinus uncinata*), à proximité d'un milieu ouvert rocailleux, au-dessus de la grotte de Fontrabieuse, à 1 550 m d'altitude. Une visite sur le même site le soir a révélé un chœur nocturne non loin composé d'une dizaine d'individus au moins. Nous n'avons pas trouvé de mare ou d'étang sur la commune, nous pensons que ces individus appelaient depuis des micro-habitats composés de petites dépressions inondées ou de fossés stagnants. Cette station n'est que peu éloignée du plateau des Bouillouses, où Knoepffler (1962) avait noté l'espèce jusqu'à 2 600 m d'altitude.

Dans les années 1990, le Crapaud calamite a été observé sur la commune de Campan (65) au lieu-dit "Courtaou des Esclozes", par Michel Dupray, à une altitude de 1 200 m. L'espèce est connue dans la vallée d'Ossau, sur la commune de Bilhères-en-Ossau (64) au lieu-dit du "Plateau de la Técoùère". Elle y a été observée le 8 septembre 1999 par Stéphane Duchâteau à une altitude de 880 m.

Nous avons ensuite découvert une autre station en altitude sur la commune de Beaucens (vallée du Gave de Pau) dans le département des Hautes-Pyrénées (65) (G.P. & J.-P. V.). Un individu adulte fut en effet découvert sous une pierre dans un milieu prairial subalpin au

niveau de la station de sports d'hiver du Hautacam en juillet 2001. L'altitude de cette observation est de 1 680 m. Nous n'avons trouvé aucun autre individu, ni de milieu de reproduction.

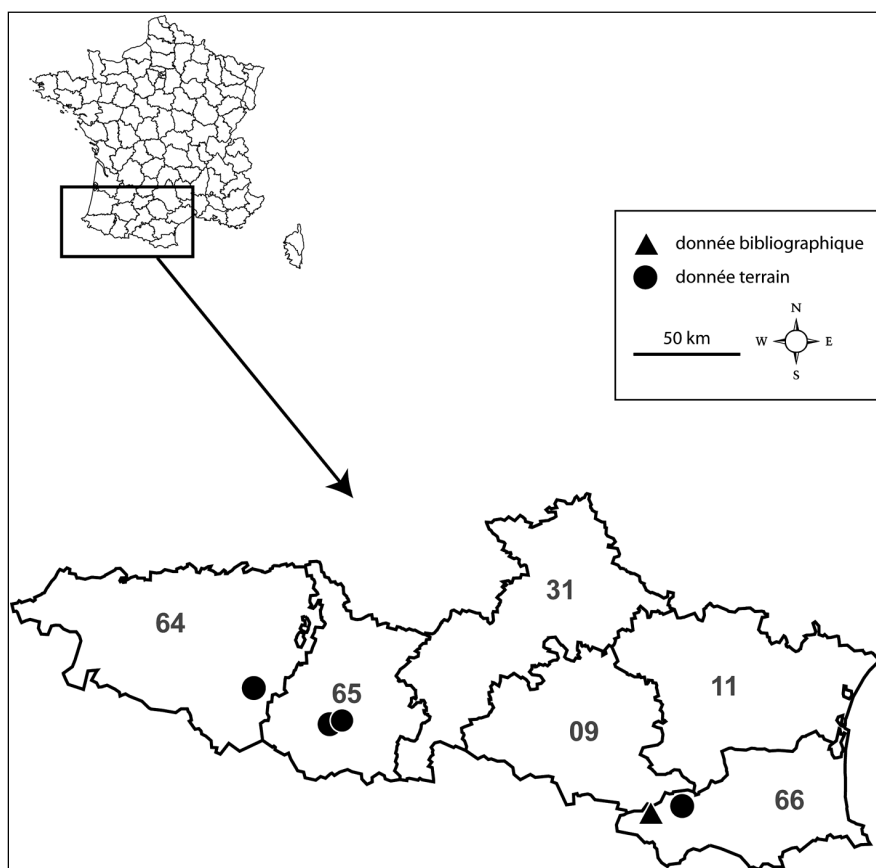


Figure 1 : Répartition du Crapaud calamite sur le versant français des Pyrénées (altitude > 800 m).

Figure 1: Distribution of the Natterjack toad on the French slope of the "Pyrénées" (altitude > 800 m).

Un an plus tard (2002), le Crapaud calamite fut de nouveau observé sur cette station (O. G.). Des sites de reproduction ont cette fois été trouvés. De plus, l'observation de l'espèce s'est étendue à trois autres localités proches, le lac d'Isaby (1 573 m d'altitude), le lac d'Ourrec (1 686 m d'altitude) et le laquet de Layous (1 615 m d'altitude). Des pontes ont été découvertes dans des micros habitats : mares peu profondes en queue du lac d'Isaby. La station de reproduction la plus importante fut localisée dans le laquet de Layous, avec de nom-

breuses pontes, des couples en amplexus et des chanteurs. Ce laquet, en forme de francisque, a une profondeur inférieure à un mètre pour une surface approximative de 500 m². Un mâle chanteur a été entendu dans une flaque de fonte proche du lac d'Ourrec. Dans tous les cas, le Crapaud calamite partageait les sites avec la Grenouille rousse, *Rana temporaria*, en pleine activité de reproduction. À Layous, des adultes de Crapaud calamite et Grenouille rousse en léthargie furent découverts en bordure du laquet, sous des dalles de roches, calés dans le foin des nids de Campagnols, *Microtus* sp. Enfin, des enregistrements sonores furent réalisés à Layous et Ourrec. Les individus chantaient le corps dans l'eau. La fréquence fondamentale varie de 1 370 à 1 420 Hz (-6dB), suivie de 13 harmoniques atteignant 17 810 à 18 460 Hz avec une énergie résiduelle de -56 dB (fig. 2). L'énergie maximale est concentrée sous les 5 000 Hz. Les strophes durent environ 500 ms et sont composées d'une quinzaine de motifs (température de l'eau : 13,3°C).

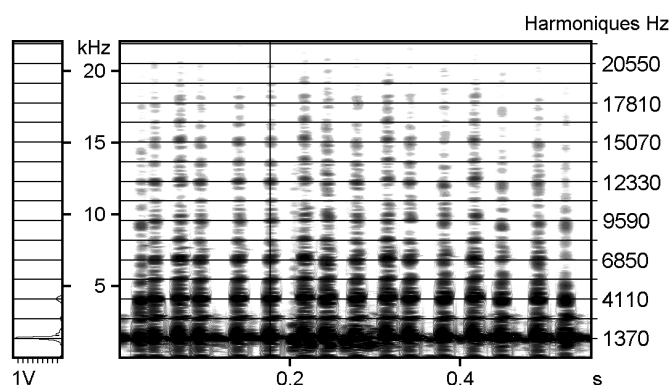


Figure 2 : Spectrogramme d'une strophe de 500 ms d'un chant de Crapaud calamite *Bufo calamita* au laquet de Layous, le 15 mai 2002, 23 h 00 (Température de l'eau : 13,3°C).

Figure 2: Spectrogram (500 ms stretch) of the mating call of *Bufo calamita* in the "laquet de Layous", 05/15/2002, 23:00 (Water temperature: 13.3°C).

IV. DISCUSSION

Le Crapaud calamite est réparti de manière ponctuelle tout le long de la chaîne pyrénéenne. Il est intéressant de constater que peu d'auteurs le mentionnent comme faisant partie intégrante de l'herpétofaune pyrénéenne. Il est souvent considéré comme une espèce typique

des milieux ouverts de plaine, de types pannes dunaires, gravières et sablières, zones de causses. Mais les mentions de la bibliographie ainsi que nos observations montrent que cette espèce est bien présente dans les Pyrénées françaises, y compris en altitude, sous forme de populations apparemment disséminées et d'effectif relativement faible. La limite altitudinale de l'espèce dans les Pyrénées semble rarement dépasser les 1 800 m (Martinez-Rica & Reiné-Vinales 1988, Duguet & Melki 2003) et atteint 1 950 m en Galice et dans le système ibérique (Reques & Tejedo 2002). La mention de Knoepffler (1962) à 2 600 m d'altitude n'a été discutée que par Sinsch (1998). Pour cet auteur, cette donnée altitudinale est erronée. Nous nous rangeons à son avis, qui est corroboré par les mentions dans la partie espagnole de la Cerdagne, non loin au sud du massif des Bouillouses, qui ne dépassent pas les 800 m d'altitude (Polls & Borrás 1987). Cependant, d'après l'article de Fonters (2003), il est possible de rencontrer le Crapaud calamite au-dessus de 2 000 m d'altitude.

Les exigences écologiques de l'espèce induisent la présence de milieux ouverts sur les sites où elle est présente (Beebee 1983), caractéristiques que l'on retrouve en milieu alpin dans les Pyrénées. Ainsi, l'espèce est à rechercher sur tout le plateau des Bouillouses, afin de vérifier les mentions d'altitude de Knoepffler (1962). La station de Fontrabieuse, dans les Pyrénées-Orientales, est constituée d'une zone forestière à proximité d'une zone ouverte constituée de prairies subalpines. L'utilisation de ce type d'habitat est décrit par Beebee (1983). Les stations des Hautes-Pyrénées du Hautacam sont situées en contexte de transition entre l'étage montagnard et l'étage subalpin, sur un petit plateau à végétation arbustive ou arborée éparse (présence de Rhododendron ferrugineux *Rhododendron ferrugineum*, de Callune *Calluna vulgaris*, et de quelques sorbiers *Sorbus* sp. et bouleaux *Betula* sp.). L'apparente absence du Crapaud calamite au fond des vallées du versant nord des Pyrénées peut s'expliquer par le caractère fermé de ces dernières. Des prospections accrues effectuées dans la vallée du Lys (ou Lis) et de la Garonne (31), ainsi que dans la vallée du gave de Pau (65) en 2001 sur une série de sites *a priori* favorables n'ont pas révélé la présence de l'espèce. Le caractère sporadique de la répartition de ce crapaud lui infère un statut remarquable dans les Pyrénées françaises. Toute observation de l'espèce, et notamment la découverte de stations où elle se reproduit, est importante et mérite l'attention. Des mesures de gestion conservatoire du Crapaud calamite dans les stations pyrénéennes localisées à plus de 700 m d'altitude, et notamment des suivis de population sont de ce fait à préconiser.

Remerciements. Nous tenons à remercier Christophe Bergès, Stéphane Duchâteau et Michel Dupray pour leur aide apportée dans la rédaction de cet article et Christian-Philippe Arthur pour son implication dans la nécessité des inventaires faunistiques dans la chaîne pyrénéenne.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Beebee T.J.C. 1979 - A review of scientific information pertaining to the natterjack toad *Bufo calamita* throughout its geographical range. *Biol. Conserv.*, 16: 107-134

Beebee T.J.C. 1983 - The Natterjack Toad. Oxford University Press, Oxford, 159 p.

Beebee T.J.C. 1997 - *Bufo calamita* Laurenti, 1768. In : Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Gasc J.-P., Cabela A., Crnobrnja-Isailovic J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martínez Rica J. P., Maurin H., Oliveira M. E., Sofianidou T. S., Veith M. & Zuiderwijk A. (eds), p. 120-121, Societas Europaea Herpetologica & Muséum national d'histoire naturelle (IEGB/SPN), Paris.

Bertrand A. & Cochet P.-A. 1992 - Amphibiens et Reptiles d'Ariège (Inventaires floristiques et faunistiques d'Ariège, 3). Association des naturalistes d'Ariège, Clermont, 137 p.

Duguet R. & Melki F. ed. 2003 - Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Méze (France), 480 p.

Fonters M. 2003 - Populations d'altitude de Crapaud calamite et de Crapaud accoucheur dans les Alpes françaises. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 106 : 22-25

Geniez P. & Cheylan M. 1987 - Atlas de Distribution des Reptiles et Amphibiens du Languedoc-Roussillon. Laboratoire de biogéographie et d'écologie des Vertébrés, EPHE et GRIVE, Montpellier, 111 p.

Knoepffler L.-P. 1962 - La faune herpétologique des Bouillouses (Pyrénées-Orientales). *Vie Milieu*, 13 : 373-376

Le Garff B. 1989 - *Bufo calamita*. In: Atlas de Répartition des Amphibiens et Reptiles de France. Castanet J. & Guyétant R. (coord.), p.74-75, Soc. Herp. France, Paris.

Martinez-Rica J. P. & Reiné-Vinales A. 1988 - Altitudinal distribution of Amphibians and Reptiles in the spanish Pyrenees. *Pirineos*, 131 : 57-82

Polls M. & Borrás A. 1987 - Los Anfíbios del Prepirineo Oriental (Cadí-Moixeró y la Cerdanya). *Misc. Zool.*, 11: 289-298

Pottier G. 2003 - Liste commentée des reptiles & amphibiens des Pyrénées occidentales françaises. *Le Casseur d'os*, 3(2) : 88-115

Reques R. & Tejedo M. 2002 - *Bufo calamita* (Laurenti, 1768) Sapo corredor. In: Atlas y Libro rojo de los Anfíbios y Reptiles des España. Pleguezuelos J. M., Marquez R. & Lizana M. (eds), p. 107-109, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Sinsch U. 1998 - Biologie und Ökologie der Kreuzkröte. Laurenti Verlag, Bochum, 222 p.

manuscrit accepté le 30 avril 2005

La tolérance au froid chez les reptiles

par

Yann VOITURON

Physiologie des régulations énergétiques cellulaires et moléculaires
(UMR 5123) Campus La Doua, Bât. 404, 4^e étage
43 bd du 11 Novembre 1918
69622 Villeurbanne CEDEX
yann.voituron@univ-lyon1.fr

Résumé - Les reptiles des zones tempérées et arctiques font face, durant l'hiver, à des températures inférieures à 0°C potentiellement inductrices de congélation des fluides corporels. Deux stratégies différentes sont alors possibles afin d'assurer leur survie : l'intolérance au gel (par laquelle les animaux évitent la prise en glace de leurs fluides biologiques) et la tolérance au gel (par laquelle les animaux survivent malgré une partie de leurs fluides corporels pris en glace). Les différents mécanismes développés par les reptiles sont ici discutés intégrant une approche physiologique et écologique.

Mots-clés : Écophysiologie, Surfusion, Tolérance au gel, *Lacerta*, *Tamnophis*, *Chrysemys*, *Vipera*.

Summary - Cold tolerance in reptiles. The reptiles from temperate and arctic regions endure during winter sub-zero temperatures that can induce freezing of their body fluids. Two different strategies have been developed to ensure survival: the freezing intolerance (by which animals avoid the ice formation into the body) and the freezing tolerance (by which animals survive with a part of their body fluids frozen). The different mechanisms developed by the reptiles are here discussed with the integration of a physiological and ecological approach.

Key-words: Ecophysiology, Supercooling, Freezing tolerance, *Lacerta*, *Tamnophis*, *Chrysemys*, *Vipera*.

I. INTRODUCTION

Qu'en est-il des reptiles au cours des mois d'hiver ? Ces animaux qui possèdent très peu, voire aucun moyen de réguler leur température interne subissent de fortes contraintes énergétiques et thermiques imposées par l'hiver sans pouvoir y répondre autrement que par le comportement et/ou la physiologie. Pourtant, il est possible de trouver certaines espèces de reptiles à de très hautes altitudes et latitudes, prouvant ainsi l'efficacité de leurs adaptations hivernales (Borkin *et al.* 1984, Matz & Weber 1999). Alors que les espèces hivernantes survivent des mois à des températures approchant 0°C et même en-dessous, les ectothermes tropicaux ou acclimatés à de hautes températures meurent en quelques heures quand ils sont exposés à de telles températures, suite aux blessures résultant de dérèglements métaboliques

engendrés par le froid (Storey & Storey 1988). Cette différence de capacité montre clairement que la période hivernale n'implique pas seulement une torpeur induite par la température, mais nécessite des adaptations multiples d'ordre comportemental (enfouissement), physiologique (résistance au froid et à l'hypoxie voire l'anoxie) et biochimique (changement de conformation d'enzymes ou de macromolécules) permettant d'éviter (ou tout au moins limiter) l'ensemble des problèmes liés à l'hivernage (Hochachka & Somero 2002, Schmidt-Nielsen 1979, Ultsch 1989).

Afin d'éviter les conditions extrêmes des hivers tempérés et arctiques, les reptiles recherchent, voire préparent, un site d'hivernage (Gregory 1982). Même si la couverture neigeuse peut constituer un tampon thermique efficace, capable de maintenir une température subnivale stable et proche de 0°C (Aleksius 1976), seul un site d'hivernage aquatique ou creusé très profondément procure des conditions microenvironnementales quasi stables. Pourtant, certains reptiles endurent des conditions peu tamponnées et font face à des températures inférieures à 0°C potentiellement inductrices de congélation des fluides corporels, et ce pendant des jours (Costanzo *et al.* 1998, Grenot & Heulin 1988, Packard 1997). Ces conditions microenvironnementales extrêmes nécessitent des adaptations particulières ; deux réponses différentes sont alors possibles afin d'assurer la survie : l'intolérance au gel (par laquelle les animaux évitent la prise en glace de leur fluides biologiques) et la tolérance au gel (par laquelle les animaux survivent malgré une partie de leurs fluides corporels pris en glace). Même si cette classification dichotomique, datant de 1961 (Salt 1961), a été affinée par plusieurs auteurs (Bale 1993, Sinclair 1999), elle reste néanmoins "pratique" pour dissocier les moyens développés par les ectothermes pour survivre aux températures inférieures à 0°C.

Après avoir expliqué de façon concise les principaux mécanismes impliqués dans l'intolérance et la tolérance au gel, je préciserai les connaissances acquises à ce jour sur les tortues, les serpents et les lézards

II. L'INTOLÉRANCE AU GEL

Lorsqu'on refroidit une solution biologique, elle atteint quelques degrés en-dessous de 0°C, sa température de congélation à l'équilibre (T_{ceq}), et entre alors en surfusion (fig. 1). La surfusion est un phénomène physique correspondant à un état métastable de l'eau, ou d'une

solution aqueuse, en-dessous de son point de fusion. La température de la solution continue à descendre et la surfusion est stoppée (la congélation débute) lorsque la température de cristallisation est atteinte (T_C). Cependant, l'évitement au gel n'est pas illimité, et la capacité de surfusion est affectée par de nombreux facteurs physiques (comme la présence d'ions et la vitesse de refroidissement). La grande majorité des reptiles ne tolèrent pas la formation de glace dans leur corps. Pour eux, éviter le gel est donc essentiel pour leur survie hivernale. En plus des comportements visant à atténuer les températures extrêmes, ces animaux ont donc développé différentes adaptations physiologiques visant à diminuer la température à partir de laquelle ils gèlent (T_C) et donc à augmenter leur capacité de surfusion. Lowe *et al.* (1971) présenta une liste contenant 45 espèces de reptiles, couvrant 12 familles, qui pouvaient rester non gelé jusqu'à des températures aussi basses que -8°C . À ce jour, il a été montré que certains reptiles ne commençaient pas à geler avant -15°C (Costanzo *et al.* 1995c).

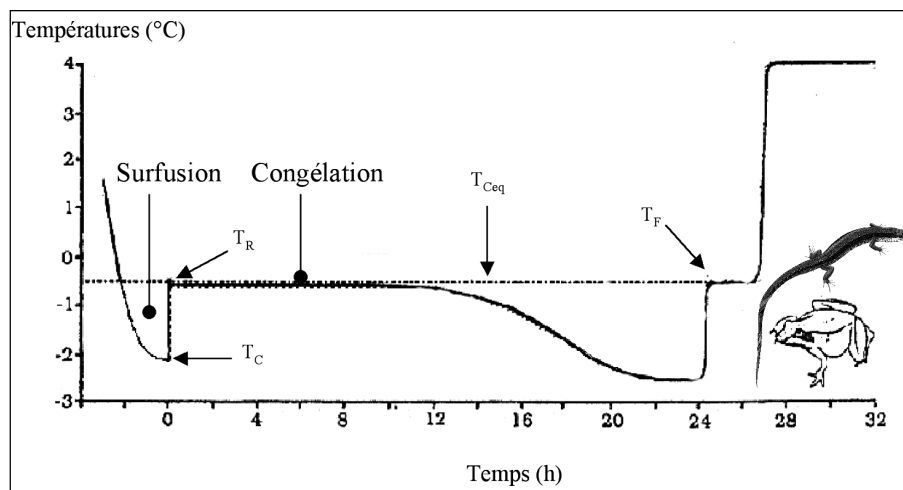


Figure 1 : Dynamique thermique d'une solution ou d'un animal lors de sa congélation et sa décongélation. T_C : température de cristallisation. T_R : température rebond, T_{Ceq} : température de congélation à l'équilibre, T_F : point de fusion.

Figure 1: Time course temperature of a solution or an animal during freezing and thawing. T_C : crystallisation temperature, T_R : rebond temperature, T_{Ceq} : freezing equilibrium temperature, T_F : melting point.

Néanmoins, ces températures sont très rarement atteintes dans les sites d'hivernage de la majorité des ectothermes, assurant ainsi un taux de survie important.

Trois mécanismes physiologiques principaux ont été détectés chez les ectothermes intolérant au gel : (1) la suppression des agents nucléateurs de glace (ANG) (Costanzo & Lee 1995), (2) la synthèse de protéines antigel (De Vries 1982) et (3) l'accumulation de cryoprotecteurs (Somme 1982). Ces 3 adaptations ne s'excluent pas mutuellement et expliquent, quand elles sont combinées, des T_C approchant les -60°C observées principalement chez les insectes arctiques (Ring 1982). Parmi les reptiles, seule la suppression des ANG a été clairement identifiée.

MacKenzie (1977) a réussi, en utilisant de l'eau extrêmement purifiée, à abaisser la température d'une goutte d'eau pure à -40°C sans qu'elle ne gèle. Cela s'explique par l'absence d'élément capable d'initier un cristal de glace appelé ANG. De façon similaire, il a été montré, chez certains reptiles, que l'arrêt de prise de nourriture associé à une "vidange" du tube digestif augmentait les capacités de surfusion de façon significative (Packard & Packard 2003). Supprimer ou masquer les ANG, qu'ils soient endogènes (protéines, bactéries ou champignons) ou exogènes (contenus stomacaux), à l'entrée de l'hiver, permet à beaucoup d'espèces d'augmenter leur survie hivernale sans avoir recours à d'autres mécanismes plus spécifiques et plus coûteux en énergie tels que la production de molécules cryoprotectrices.

III. LA TOLÉRANCE AU GEL

Les premières observations de tolérance au gel chez les animaux remontent au XVIII^e siècle. En 1737, 7 ans après avoir inventé le premier thermomètre à colonne, Réaumur découvre des différences de tolérance au froid entre plusieurs espèces de chenilles qu'il plongeait dans un mélange cryoscopique. Il a ainsi établi que la "commune" (identifié comme *Euproctis chryssorhea* par Georges Chauvin (Vannier 1986)) "revient à la vie" après une demi-heure d'exposition à -18°R ($-22,5^{\circ}\text{C}$) tandis que la chenille du pin (*Thaumetopoea pitocampa*) "ne revient pas à la vie". En 1911, les premières observations de congélation *in natura* sont reportées dans le journal 1769 de l'explorateur arctique Samuel Hearne qui écrit : "I have frequently seen frogs dug up with the moss, when pitching tents in winter, frozen as hard as pipe-stem; but by wrapping them up in warm skins, and exposing them to a slow fire, they soon recover life." (Hearne 1911 cité dans Pinder *et al.* 1992). En 1929, Weigmann (1929) met en évidence pour la première fois, d'un point de vue expérimental, la tolérance au gel chez un vertébré ectotherme qui est un reptile : le lézard des murailles (*Podarcis*

muralis). À l'heure actuelle, des dizaines d'autres espèces d'ectothermes appartenant à des groupes phylogénétiques différents ont montré des capacités plus ou moins importantes de tolérance au gel (Storey & Storey 1988). La grande majorité de ces animaux sont des invertébrés (insectes, bivalves, gastéropodes, bernacles, annélides et nématodes). Il existe cependant quelques vertébrés qui tolèrent la transformation d'une partie significative de leur eau corporelle en glace : cinq espèces de grenouilles *Rana sylvatica*, *Hyla versicolor*, *Hyla chrysoscelis*, *Pseudacris crucifer*, *Pseudacris triseriata* ; la salamandre noire *Hynobius keyserlingi* ; la tortue peinte, *Chrysemys picta* ; *Terrapene carolina carolina* ; *Terrapene ornata* ; *Trachemys scripta elegans*, le serpent jarretière *Thamnophis sirtalis* et le lézard vivipare *Lacerta vivipara* (Storey 1990, Costanzo *et al.* 1995a, b).

La congélation d'une cellule "non-préparée" ou "non-adaptée" peut aboutir à la destruction de la membrane plasmique et à l'explosion de la cellule pour différentes raisons :

1) une formation intracellulaire de glace est, à quelques exceptions près (Salt 1962), létale du fait des dommages causés à la membrane plasmique et de la destruction des différents compartiments cellulaires (McGann *et al.* 1988) ;

2) une formation extracellulaire de glace induit une augmentation de l'osmolarité extracellulaire qui induit elle-même une déshydratation cellulaire (car les cellules libèrent de l'eau afin de diminuer le choc osmotique). Les cellules déshydratées changent de morphologie et si la déshydratation est trop importante, elles se brisent.

Les clefs d'une survie en congélation sont donc les suivantes :

1) la glace doit être confinée dans les espaces extracellulaires, sous forme de petits cristaux afin d'éviter les dommages physiques,

2) le taux de formation de la glace doit être le plus lent possible afin de limiter le choc osmotique, de permettre à chaque cellule de redistribuer les ions et autres métabolites solubles entre espaces extra et intracellulaires, et de distribuer les cryoprotecteurs à tous les organes vitaux (Costanzo *et al.* 1992),

3) éviter la réduction et la déshydratation trop importante de la cellule,

4) tolérer l'anoxie et l'ischémie induites par l'emprisonnement des cellules par la glace (Storey & Storey 1988).

Les ectothermes tolérant au gel ont principalement développé trois mécanismes physiologiques leur permettant de remplir ces conditions indispensables à la survie en congélation. À l'inverse des animaux intolérant au gel qui suppriment les ANGs, les ectothermes tolérant

au gel en synthétisent. Ainsi la formation de glace est initiée à des températures juste en-dessous de 0°C (entre -5 et -10°C) de sorte que l'animal gèle très lentement laissant ainsi le temps aux cellules d'adapter leur structure et leur métabolisme (Duman 1982, Storey & Storey 1988). Cette production d'ANGs est souvent accompagnée de la synthèse de protéines antigel qui inhibent, en se fixant sur les petits cristaux de glace, la formation de cristaux de glace de taille importante (Knight *et al.* 1995), dangereux pour l'intégrité physique des cellules. Ces protéines agissent de façon efficace à des concentrations extrêmement faibles (de l'ordre de 20 µg.ml⁻¹) (Duman *et al.* 1993).

Un autre mécanisme développé par certains ectothermes est l'accumulation de cryoprotecteurs. Ces molécules de faible poids moléculaire (alcool polyhydrique ou sucres en C3 ou C6) réduisent la quantité de glace formée et la quantité maximale d'eau excrétée par les cellules réduisant ainsi les dangers du choc osmotique induits par le gel (Storey & Storey 1988).

Parmi les reptiles, seul le premier mécanisme a été clairement identifié (Storey *et al.* 1991).

IV. LES REPTILES ET LE FROID

A. Les tortues

De par leur longévité, les tortues des zones tempérées hibernent de nombreuses fois au cours de leur existence et avec un taux de survie important (voir par exemple Miller 2001). La majorité d'entre elles hibernent sous l'eau (Ultsch 1989) évitant ainsi un stress thermique mais sont potentiellement exposées à des manques d'oxygène. C'est pourquoi de nombreuses espèces de tortue tolèrent des hypoxies, voire anoxies, pendant de longues périodes (Jackson *et al.* 1996, Jackson 2004). Alors que la plupart des tortues éclosent durant l'automne, sortent de leur nid et se réfugient dans un site d'hivernage aquatique, les juvéniles de plusieurs espèces restent dans leur nid et passent leur premier hiver dans la terre. Ils réduisent ainsi les risques de prédation pendant l'automne mais sont alors potentiellement exposés à des températures inférieures à zéro degré (Wilbur 1975). La tortue peinte (*Chrysemys picta*) juvénile est un modèle particulièrement étudié car cette espèce est commune dans les lacs et rivières des États-Unis et hiverne entre 8 et 14 cm en-dessous de la surface du sol. Ce comportement induit des expositions prolongées au froid et à la glace avec des températures pouvant atteindre -10°C (Packard 1997). Les premières études sur la tolérance au froid chez ces

animaux ont montré qu'ils enduraient la conversion de plus de 50% de leur eau corporelle en glace pendant plusieurs jours (Storey *et al.* 1988). Pourtant des travaux plus récents démontrèrent que la tolérance au gel n'était pas la stratégie utilisée par ces tortues en milieu naturel. Il est en effet important de dissocier dans ce cas précis, les capacités physiologiques démontrées en laboratoires et l'applicabilité de ces capacités en conditions naturelles. Les tortues peintes émergentes gelées endurent des températures de -2°C pendant une semaine et plus (Packard *et al.* 1999), néanmoins une température de -4°C est très rapidement fatale pour ces mêmes animaux (Costanzo *et al.* 1995b, Packard *et al.* 1999a, b). Or les suivis de températures à l'intérieur des nids montrent que les températures descendent très souvent et pour de longues périodes en-dessous de -4°C. Il est donc évident que les tortues peintes n'utilisent pas la tolérance au gel mais la surfusion comme stratégie principale. En fait, les jeunes tortues peintes augmentent leur capacité de surfusion en 1) purgeant leur système digestif réduisant ainsi des ANGs et 2) modifiant leur peau qui devient alors une barrière plus efficace contre les cristaux de glace entourant l'animal dans son site d'hivernage. Le mécanisme responsable de cette transformation reste inexpliqué mais semble corrélé avec le contenu lipidique dans les couches de kératine de l'épiderme souple de la tête et des pattes (Willard *et al.* 2000). Grâce à la combinaison de ces deux mécanismes, les tortues peintes peuvent rester en surfusion jusqu'à des températures dépassant les -10°C (Packard & Packard 2003). Le fait de rester en surfusion induit tout comme la congélation des modifications physiologiques importantes. En effet, le cœur d'une tortue peinte se contracte à un rythme de 1 battement par minute à 0°C, mais ce rythme diminue de façon importante avec la diminution de température jusqu'à atteindre l'arrêt cardiaque aux alentours de -10°C (Birchard & Packard 1997). Il est donc évident que de telles températures induisent une réduction de l'oxygène délivré aux organes qui augmentent alors leur métabolisme anaérobie pour générer de l'ATP (Hartley *et al.* 2000). Le lactate alors produit modifie la balance acido-basique de l'animal induisant la mort des individus si le temps en surfusion est trop important (Packard & Packard 2004).

La surfusion semble aussi être la clé de la survie hivernale chez la tortue géographique *Graptemys geographica* qui tolère au moins 5 jours à -6°C sans modifier son métabolisme de façon importante (Baker *et al.* 2003).

Néanmoins, même si la surfusion semble la réponse la plus utilisée par les tortues nordiques, la majorité de ces animaux survivent à un gel de courte durée. En effet, des études ont montré que *Terrapene ornata*, *Trachemys scripta elegans*, *Chelydra serpentina* et *Emydoi* -

dea blandingi tolèrent, quand ils sont juvéniles, au minimum 30 heures de gel même pour les hivernants aquatiques (Costanzo *et al.* 1995b, Packard *et al.* 1999b). La tortue boîte *Terrapene carolina* adulte a, quant à elle, montré 100% de survie après 73 heures de gel (Costanzo & Claussen 1990). Cela suggère, soit une résistance au gel relique chez la sous famille des Chéloniens, soit une conséquence incidente d'un aspect encore inexploré de la biologie de ces animaux.

B. Les serpents

Seules deux espèces de serpents ont été étudiées quant à la tolérance au froid : le serpent jarretière *Thamnophis sirtalis* et la vipère péliade *Vipera berus*.

Deux études complémentaires qui furent publiées en 1988 par Jon Costanzo montrent que d'une part le serpent jarretière pouvait survivre plusieurs jours dans un bloc de glace et aussi tolérait au moins deux jours de gel avec 36,2% de leur masse corporelle prise en glace (Costanzo 1988, Costanzo & Lee 1988). Ce temps de survie est certes restreint mais peut constituer néanmoins une protection efficace pendant de courtes phases froides.

Il est très probable que le succès pour l'hivernage chez ce reptile réside plus dans le choix du site d'hivernage adéquat tels que sous l'eau ou dans un site commun (Aleksius 1976).

Étant le seul serpent dont la répartition dépasse le cercle polaire arctique (69°N), la vipère péliade est potentiellement exposée à des températures inférieures à zéro. Malgré cela, une étude a montré que plus de 90% des individus survivaient à un gel de 3 heures à -3,1°C mais que cette survie devenait nulle pour un gel de 22-30 heures à -4,8°C en moyenne (Andersson & Johansson 2001). Il est donc évident que la tolérance au gel ne constitue pas un paramètre important pour la survie hivernale. Il est possible que, comme chez la tortue peinte, la surfusion joue un rôle mais cela nécessite des confirmations expérimentales. Par ailleurs, une des clefs de la survie hivernale réside peut-être aussi dans le choix du site d'hivernage. En effet, cette espèce semble choisir préférentiellement des sites d'hivernage "chauds" exposés au sud, réduisant ainsi au maximum les risques liés au froid.

C. Les lézards

En 1929, Weigmann (1929) met en évidence pour la première fois, d'un point de vue expérimental, la tolérance au gel chez un vertébré ectotherme qui est un reptile : le lézard des

murailles (*Podarcis muralis*). Des études ultérieures confirmeront une faible tolérance au gel chez ce lacertidé qui survit à la conversion d'environ 20% de son eau corporelle en glace pendant 2 heures (Claussen *et al.* 1990).

Plus récemment, une étude a montré qu'un proche parent de *P. muralis*, le lézard des ruines (*Podarcis sicula*) tolère lui aussi un temps de gel très faible (moins d'une heure) avec très peu de glace dans le corps (21% de glace maximum toléré) (Burke *et al.* 2002). Par ailleurs, ces capacités de surfusion restent très limitées puisqu'il présente une T_C de $-3,8^{\circ}\text{C}$ et cela n'excédant pas 6 heures. Cette tolérance au froid n'a donc aucune signification écologique. Les auteurs concluent qu'un site d'hibernage efficace doit se trouver en-dessous de 24 cm de profondeur au vu des conditions climatiques locales.

Pourtant certains lézards sont plus adaptés au froid. Une étude sur *Sceloporus grammicus* montre que des individus provenant des flancs d'un volcan mexicain survivaient à un gel de 37 heures à $-2,5^{\circ}\text{C}$ (Lemos-Espinal & Ballinger 1992). Un lézard est connu pour tolérer plusieurs jours à des températures inférieures à 0°C : le lézard vivipare (*Lacerta vivipara*). La tolérance au froid de ce petit lacertidé européen a été décrite pour la première fois par Grenot et Heulin (1988) qui ont utilisé un marqueur radioactif pour localiser des lézards vivipares (*Lacerta vivipara*) hibernant en semi-liberté et trouvèrent des spécimens non gelés (et donc en surfusion) à des températures atteignant -8°C . Des observations de terrain plus poussées ont montré que des individus pouvaient être trouvés en surfusion et en congélation dans le même site d'hibernage (Grenot *et al.* 2000). Il apparaît donc que cette espèce "utilise" les deux stratégies de tolérance au froid pour survivre à l'hiver. Vu que le taux d'humidité présent dans leur site d'hibernage est proche de 100% (Grenot *et al.* 1987), leur aptitude à survivre au gel semble primordial puisque l'initiation de congélation est très facile chez les animaux en surfusion s'ils sont en contact avec de la glace (Costanzo & Lee 1994). Les tests en laboratoire ont montré que *L. vivipara* peut rester en surfusion pendant au moins 21 jours à $-3,5^{\circ}\text{C}$ mais peut aussi survivre à un gel pendant 3 jours à $-2,5^{\circ}\text{C}$ (Costanzo *et al.* 1995a) avec 50% de son eau corporelle transformée en glace (Voituron *et al.* 2002a). Ce lézard présente le record actuel de temps passé en surfusion et la plus grande capacité de résistance au gel connue à ce jour chez les squamates. Ceci peut expliquer, au moins en partie, la très faible mortalité hivernale de cette espèce même pendant des hivers rigoureux (inférieure à 20%, Bauwens 1981) et l'énorme répartition géographique de cette espèce qui dépasse le cercle arctique (fig. 2).

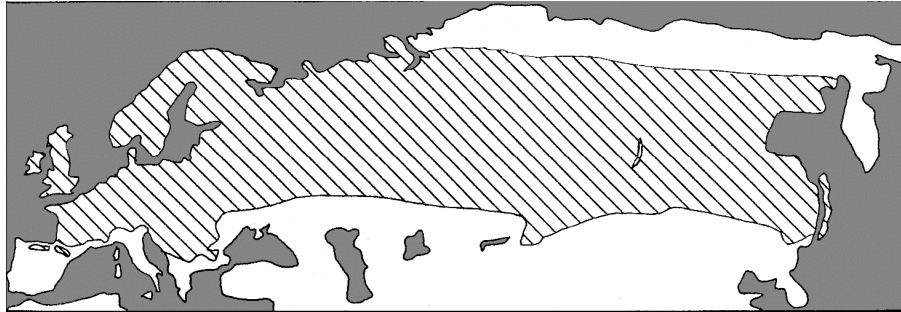


Figure 2 : Répartition géographique de *Lacerta vivipara* (d'après Arnold *et al.*, 1978).

Figure 2: Distribution of *Lacerta vivipara* (from Arnold *et al.*, 1978)

Le métabolisme aérobie de *Lacerta vivipara* montre des “patterns” très différents en surfusion et en congélation. En surfusion, la consommation d’oxygène diminue de façon linéaire avec la température pour atteindre une valeur quasi nulle à -5°C . En congélation, deux phases sont clairement distinctes et très probablement liées à la dynamique de formation de la glace. Pendant les 5-6 premières heures de congélation, la consommation d’oxygène est égale à $3,52 \pm 0,28 \mu\text{l.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Après 5 h (temps requis pour l’équilibration du taux de glace), la consommation d’oxygène chute brutalement ($0,55 \pm 0,09 \mu\text{l.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$) et le quotient respiratoire augmente reflétant un métabolisme anaérobie accru (Voituron *et al.* 2002b). Pendant la décongélation, la consommation d’oxygène remonte et retrouve un niveau identique d’avant congélation après 24 h.

Par ailleurs, cette espèce a la particularité de présenter simultanément des populations ovipares et des populations vivipares. Cette bimodalité de reproduction n’a été documentée que pour deux autres espèces de lézards : les Scincidés *Saiphos equalis* et *Lerista bougainvilli* (Smith & Shine 1997, Qualls & Shine 1999). Pour les populations vivipares, les femelles présentent un cycle de reproduction annuel qui aboutit à la naissance de 5 juvéniles en moyenne courant août. La femelle garde donc ses embryons dans les oviductes jusqu’à l’achèvement complet du développement. Certains auteurs voient en ce mode de reproduction un moyen pour la femelle de réduire le temps de développement embryonnaire et de préserver les œufs de facteurs abiotiques extrêmes (Shine 1985). Ainsi, la viviparité pourrait constituer une adaptation au raccourcissement des saisons d’activité imposé par les climats froids et contribuerait aussi à accroître les chances de survie des juvéniles au cours de la pre-

mière hibernage (Shine 1983). Pourtant, un certain nombre de populations, même de montagnes, sont ovipares. Longtemps considéré avec suspicion, ce mode de reproduction a été mis en évidence dans les Monts Cantabriques et au Pays Basque espagnol (Brana & Bea 1987), dans les Pyrénées et les Landes (Heulin 1988) et dernièrement dans les Balkans (Heulin *et al.* 2000). Une étude comparative entre ces deux lignées de lézard a montré que les individus ovipares toléraient moins le gel que les individus vivipares mais que leurs capacités de surfusion semblaient équivalentes (Voituron *et al.* 2004). La faible divergence de ces deux lignées présente l'énorme avantage de réduire l'habituel effet masquant des variations phylogénétiques et accroît la fiabilité des reconstitutions phylogénétiques permettant des comparaisons physiologiques "propres". En d'autres termes, toute variation physiologique en rapport avec la tolérance au froid entre ces deux lignées apportera des éléments clés pour la compréhension de l'évolution des stratégies de tolérance au froid chez les reptiles.

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Comme le montre ce récapitulatif, les reptiles adaptés au froid semble privilégier la surfusion comme stratégie de tolérance au froid. En cela, ils s'opposent aux amphibiens chez qui la tolérance au froid est principalement liée à la tolérance au gel (Layne & Lee 1995, Layne & Jones 2001, Schmid 1982). Chez les amphibiens, la formation de glucose en grande quantité à partir des réserves glycogéniques permet d'éviter les dommages cellulaires potentiellement induits par les cristaux de glace (Costanzo & Lee 1991). Or, ni les tortues peintes (*Chrysemys picta*), ni *Terrapene carolina carolina*, ni le serpent jarretière *Thamnophis sirtalis*, ni *Lacerta vivipara* ne produisent de cryoprotecteurs. Même si l'augmentation de la concentration de glucose suite à une congélation est significative chez tous ces reptiles, les concentrations ne suffisent pas pour jouer un rôle cryoprotecteur important. Cette augmentation peut d'ailleurs être considérée comme une réponse physiologique primaire d'un organisme soumis à un stress (Costanzo *et al.* 1993). Il est primordial de comprendre comment les reptiles tolèrent le gel sans utiliser les mécanismes découverts chez les autres vertébrés ectothermes tolérant au gel. Plusieurs hypothèses ont déjà été proposées pour expliquer cette tolérance au gel : Storey (1990) suggère que les tortues peintes maintiennent un pool d'acides aminés qui réguleraient le volume cellulaire pendant la congélation tandis que Costanzo et Claussen (1990) avançaient l'hypothèse que des composés osmolairement actifs tels que

l'acide urique, dont la concentration est multipliée par quatre en hiver chez *Terrapene carolina*, pourraient jouer un rôle dans la tolérance à la congélation des reptiles. Même si ces phénomènes physiologiques sont probablement impliqués dans la tolérance au gel, aucune réponse satisfaisante n'a été apportée jusqu'à maintenant. Il est donc indispensable que les prochaines études dans ce domaine s'attachent à la découverte de nouveaux mécanismes cryoprotecteurs. Cela passera probablement par la détermination des stratégies employées par d'autres reptiles européens, encore très peu étudiés, comme l'orvet (*Anguis fragilis*) ou la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) dont les répartitions géographiques sont très nordiques (Matz & Weber 1999). La quantification de leur capacité de résistance au froid pourraient permettre la découverte de nouveaux mécanismes de cryoprotection et apporterait très probablement des éléments importants quant à l'évolution des stratégies de tolérance au froid. Par ailleurs, l'approche génétique promet indiscutablement des découvertes importantes quant aux mécanismes permettant la survie à des températures en-dessous de zéro. Beaucoup de techniques moléculaires ont d'ores et déjà été utilisées afin d'identifier les gènes responsables de la tolérance au froid et au gel chez les plantes (Hughes & Dunn 1996, Sarhan 1997) mais très peu d'études comparables ont été pratiquées sur des animaux. A ce jour, seule une banque d'ADN complémentaire de vertébrés tolérant au gel existe (produite à partir d'ARN messager d'un foie de *Rana sylvatica* congelé 24 heures à -2,5°C). Elle a permis de détecter cinq gènes activés par la congélation : deux séquences présentent des homologies de séquence avec les gènes codant pour les sous-unités a et g du fibrinogène (Cai & Storey 1997), des séquences codant pour une protéine de la cascade de coagulation, la translocase ADP/ATP mitochondriale et une nouvelle protéine de 10 kD jusqu'alors non identifiée. Aucune de ces protéines n'a de lien évident avec des adaptations connues associées à la tolérance au gel. Il est évident que ce genre d'approche élargi à d'autres organes et d'autres organismes permettra une recherche non biaisée (par des hypothèses pré-expérimentales) de l'ensemble des protéines/gènes surexprimés ou induits par une exposition à des températures inférieures à zéro. Ces découvertes auront probablement des applications directes dans les domaines de la conservation d'organes et la cryomédecine.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aleksius M. 1976 - Reptilian hibernation: Evidence of adaptive strategies in *Tamnophis sirtalis parietalis*. *Copeia*, 1 : 170-178.

- Andersson S. & Johansson L. 2001 - Cold hardiness in the boreal adder, *Vipera berus*. *Cryo-Letters*, 22 : 151-156.
- Arnold E.N., Buton J.A. & Owenden D.W. 1978 - Tous les Reptiles et Amphibiens d'Europe. Elsevier Sequoia, Bruxelles.
- Baker P.J., Costanzo J.P., Iverson J.B. & Lee Jr. R.E. 2003 - Adaptations to terrestrial overwintering of hatchling northern map turtles, *Graptemys geographica*. *J. Comp. Physiol. B*, 173 : 643-651.
- Bale J.S. 1993 - Classes of insect cold hardiness. *Funct. Ecol.*, 7 : 751-753.
- Bauwens D. 1981 - Survivorship during hibernation in the European Common Lizard *Lacerta vivipara*. *Copeia*, 3 : 741-744.
- Birchard G.F. & Packard G.C. 1997 - Cardiac activity in supercooled hatchling painted turtle (*Chryse - mys picta*). *J. Herpetol.*, 31 : 166-169.
- Borkin L.J., Belimov G.T. & Sedalishchev V.T. 1984 - New data on distribution of Amphibians and Reptiles in Yakutia. *In: Ecology and faunistic of Amphibians and Reptiles of the URSS and adjacent Countries*, Proc.Zool. Inst. Leningrad. Vol., Borkin L.J. (ed), p. 89-101.
- Brana F. & Bea A. 1987 - Bimodalité de reproduction chez *Lacerta vivipara*. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 44 : 1-5.
- Burke R.L., Hussain A.A., Storey J.M. & Storey K.B. 2002 - Freeze tolerance and supercooling ability in the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, introduced to Long Island NY. *Copeia*, 836-842.
- Cai Q. & Storey K.B. 1997 - Upregulation of a novel gene by freezing exposure in the freeze-tolerant wood frog (*Rana sylvatica*). *Gene*, 198 : 305-312.
- Claussen D.L., Townsley M.D. & Bausch R.G. 1990 - Supercooling and freeze-tolerance in the European wall lizard, *Podarcis muralis*, with a revisional history of the discovery of freeze-tolerance in vertebrates. *J. Comp. Physiol. B*, 160 : 137-143.
- Costanzo J.P. 1988 - Recovery from ice-entombment in garter snakes. *Herpetol. Rev.*, 19 : 76-77.
- Costanzo J.P. & Lee R. E. 1988 - Natural freeze tolerance in a reptile. *Cryo-Letters*, 9 : 380-385.
- Costanzo J.P. & Claussen D.L. 1990 - Natural freeze tolerance in the terrestrial turtle, *Terrapene carolina*. *J. Experim. Zool.*, 254 : 228-232.
- Costanzo J.P. & Lee R.E. 1991 - Freeze-thaw injury in erythrocytes of the freeze-tolerant wood frog, *Rana sylvatica*. *Am. J. Physiol.*, 261 : R1346-R1350.
- Costanzo J.P., Lee R.E. & Wright M.F. 1992 - Cooling rate influences cryoprotectant distribution and organ dehydration in freezing wood frogs. *J. Experim. Zool.*, 261 : 373-378.
- Costanzo J.P., Lee R.E. & Lortz P.H. 1993 - Physiological responses of freeze-tolerant and intolerant frogs: Clues to evolution of anuran freeze tolerance. *Am. J. Physiol.*, 265 : R721-R725.
- Costanzo J.P. & Lee R.E. 1995 - Supercooling and ice nucleation in vertebrate ectotherms. *In: Biological Ice Nucleation and its Applications*, Lee R.E., Warren G.J. & Gusta L.V.(eds.), p. 221-238, American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota.
- Costanzo J.P., Grenot C. & Lee R.E. 1995a - Supercooling, ice nucleation and freeze tolerance in the European common lizard, *Lacerta vivipara*. *J. Comp. Physiol. B*, 165 : 238-244. 
- Costanzo J.P., Iverson J.B. & Lee R.E. 1995b - Cold hardiness and overwintering strategies of hatchling in an assemblage of northern turtles. *Ecology*, 76 : 1772-1778.

Costanzo J.P., Lee R.E., DeVries A.L., Wang T. & Layne J.R. 1995c - Survival mechanisms of vertebrate ectotherms at subfreezing temperatures: Application in cryomedicine. *FASEB J.*, 9 : 351-358.

Costanzo J.P., Litzgus J.D., Iverson J.B. & Lee R.E. 1998 - Soil hydric characteristics and environmental ice nuclei influence supercooling capacity of Hatchling painted turtles *Chrysemys picta*. *J. Exp. Biol.*, 201 : 3105-3112.

De Vries A.L. 1982 - Biological antifreeze agents in coldwater fishes. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73A : 627-640.

Duman J.G. 1982 - Insects antifreezes and ice-nucleating agents. *Cryobiology*, 19 : 613-627.

Duman J.G., Wu D.W., Olsen T.M., Urrutia M. & Tursman D. 1993 - Thermal-Hysteresis protein. *Adv. Low-Temp. Biol.*, 2 : 131-182.

Gregory P. 1982 - Reptilian hibernation. In: Biology of the Reptilia, Vol. 13, Gans C. (ed.), p. 53-154, Academic Press, London.

Grenot C., Heulin B., Pilorge M., Khodadoost M., Ortega A. & Mou Y. 1987 - Water budget in some populations of the European common lizard, *Lacerta vivipara* Jacquin. *Funct. Ecol.*, 1 : 131-138.

Grenot C. & Heulin B. 1988 - Emploi de radioisotope pour la localisation de *Lacerta vivipara* et l'étude de son métabolisme au cours de l'hivernage. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 307 : 305-310.

Grenot C.J., Garcin L., Dao J., Herold J.P., Fahys B. & TserePages H. 2000 - How does the European common lizard, *Lacerta vivipara*, survive the cold of winter? *Comp. Biochem. Physiol. A*, 127 : 71-80.

Hartley L.M., Packard M.J. & Packard G.C. 2000 - Accumulation of lactate by supercooled hatchlings of the painted turtle (*Chrysemys picta*): Implications for overwinter survival. *J. Comp. Physiol. B*, 170 : 45-50.

Hearne S. 1911 - A Journey from Prince of Wales's Fort in Hudson's Bay to the northern Ocean in the Years 1769, 1770, 1771 and 1772. Tyrrell J.B. (ed.), Champlain Society, Toronto, 437 p. (Original in 1795).

Heulin B. 1988 - Données nouvelles sur les populations ovipares de *Lacerta vivipara*. *C.R. Acad. Sci. Paris*, Sér. III, 306 : 63-68.

Heulin B., Guillaume C.P., Vogrin N., SurgetGroba Y. & Tadic Z. 2000 - Further evidence of the existence of oviparous populations of *Lacerta (Zootoca) vivipara* in the NW of the Balkan Peninsula. *C.R. Acad. Sci. Paris*, Sér. III, 323 : 461-468.

Hochachka P.W. & Somero G.S. 2002 - Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution. Oxford University Press, Oxford.

Hughes M.A. & Dunn M.A. 1996 - The molecular biology of plant acclimation to low temperature. *J. Exp. Bot.*, 47 : 291-305.

Jackson D.C., Toney V.I. & Okamoto S. 1996 - Lactate distribution and metabolism during and after anoxia in the turtle, *Chrysemys picta bellii*. *Am. J. Physiol.*, 271 : R409-R416.

Jackson D.C. 2004 - Surviving extreme lactic acidosis: The role of calcium lactate formation in the anoxic turtle. *Respir. Physiol. Neurobiol.*, 144 : 173-178.

Knight C.A., Wen D. & Laursen R.A. 1995 - Nonequilibrium antifreeze peptides and the recrystallization of ice. *Cryobiology*, 32 : 23-34.

Layne J.R. & Lee R.E. 1995 - Adaptations of frogs to survive freezing. *Clim. Res.*, 5 : 53-59.

Layne J.R. & Jones A.L. 2001 - Freeze tolerance in the gray treefrog: Cryoprotectant mobilization and organ dehydration. *J. Exp. Zool.*, 290 : 1-5.

- Lemos-Espinal J.A. & Ballinger R.E. 1992 - Observations on the tolerance to freezing by the lizard, *Sceloporus grammicus*, from Iztaccihuatl Volcano, Mexico. *Herp. Rev.*, 23 : 8-9.
- Lowe C.H., Larden P.J. & Halpern E.A. 1971 - Supercooling in reptiles and other vertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 39A : 125-135.
- MacKenzie A.P. 1977 - Non-equilibrium freezing behaviour of aqueous systems. *Phil. Trans. R. Soc. London*, B, 278 : 167-189.
- Matz G. & Weber D. 1999 - Guide des Amphibiens et Reptiles d'Europe. Delachaux Niestlé SA, Lausanne, Suisse, 292 p.
- McGann L.E., Yang H.Y. & Walterson M. 1988 - Manifestations of cell damage after freezing and thawing. *Cryobiology*, 25 : 178-185.
- Miller J.K. 2001 - Escaping senescence: Demographic data from the three-toed box turtle (*Terrapene carolina triunguis*). *Exp. Gerontol.*, 36 : 829-832.
- Packard G.C. 1997 - Temperatures during winter in nests with hatchling painted turtles (*Chrysemys picta*). *Herpetologica*, 53 : 89-95.
- Packard G.C., Lang J.W., Lohmiller L.D. & Packard M.J. 1999a - Resistance to freezing in hatchling painted turtles (*Chrysemys picta*). *Can. J. Zool.*, 77 : 795-801.
- Packard G.C., Packard M.J., Lang J.W. & Tucker J.K. 1999b - Tolerance for freezing in hatchling turtles. *J. Herpetol.*, 33 : 536-543.
- Packard G.C. & Packard M.J. 2003 - Natural freeze-tolerance in hatchling painted turtles? *Comp. Biochem. Physiol.*, 134A : 233-246.
- Packard M.J. & Packard G.C. 2004 - Accumulation of lactate by frozen painted turtles (*Chrysemys picta*) and its relationship to freeze tolerance. *Physiol. Biochem. Zool.*, 77 : 433-439.
- Pinder A.W., Storey K.B. & Ultsch G.R. 1992 - Estivation and hibernation. In: Environmental Physiology of the Amphibians. Burggren M. E. F. a. W. W. (eds). pp. 250-274. The University of Chicago Press. Chicago.
- Qualls C.P. & Shine R. 1999 - *Lerista bougainvillii*, a case study for the evolution of viviparity in reptiles. *J. Evol. Biol.*, 11 : 63-78
- Ring R.A. 1982 - Freezing-tolerant insects with low supercooling points. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73A : 605-612.
- Salt R.W. 1961 - Resistance of poikilothermic animals to cold. *Br. Med. Bull.*, 17 : 5-8.
- Salt R.W. 1962 - Intracellular freezing in insects. *Nature*, 193 : 1207-1208.
- Sarhan F. 1997 - The wheat WCS120 gene family - a useful model to understand the molecular genetics of freezing tolerance in cereals. *Physiol. Plant.*, 101 : 439 - 445.
- Schmid W. 1982 - Survival of frogs in low temperature. *Science*, 215 : 697-698.
- Schmidt-Nielsen K. 1979 - Animal Physiology: Adaptation and Environment. Cambridge University Press, 601 p.
- Shine R. 1983 - Reptilian viviparity in cold climates: Testing the assumptions of an evolutionary hypothesis. *Oecologia*, 57 : 397-405.
- Shine R. 1985 - The evolution of viviparity in reptiles: An ecological analysis. In: Biology of the Reptilia, Vol. 15, Gans C. & Billett F. (eds), p. 605-694. John Wiley and Sons, New York.

- Sinclair B.J. 1999 - Insect cold tolerance: How many kinds of frozen? *Eur. J. Entomol.*, 96 : 157-164.
- Smith S.A., & Shine R. 1997 - Intraspecific variation in reproductive mode within the scincid lizard *Saiphos equalis*. *Austr. J. Zool.*, 45 : 435-445
- Somme L. 1982 - Supercooling and winter survival in terrestrial arthropods. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73A : 519-543.
- Storey K.B. & Storey J. M. 1988 - Freeze tolerance in animals. *Physiol. Rev.*, 68 : 27-84.
- Storey K.B., Storey J.M., Brooks S.P.J., Churchill T.A. & Brooks R.J. 1988 - Hatchling turtles survive freezing during winter hibernation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85 : 8350-8354.
- Storey K.B. 1990 - Life in a frozen state: Adaptive strategies for natural freeze tolerance in amphibians and reptiles. *Am. J. Physiol.*, 258 : R559-R568.
- Storey K.B., McDonald D.G., Duman J.G. & Storey J.M. 1991 - Blood chemistry and ice nucleating activity in hatchling painted turtles. *Cryo-Letters*, 12 : 351-358.
- Ultsch G.R. 1989 - Ecology and physiology of hibernation and overwintering among freshwater fishes, turtles, and snakes. *Biol. Rev.*, 64 : 435-516.
- Vannier G. 1986 - Accroissement de la capacité de surfusion chez les adultes de *Chrysoperla carnea* (Insectes nevroptères) entrant en diapause hivernale. *Neuroptera Int.*, IV : 71-82.
- Voituron Y., Storey J.M., Grenot C. & Storey K.B. 2002a - Freezing survival, body ice content and blood composition of the freeze tolerant European common lizard, *Lacerta vivipara*. *J. Comp. Physiol.*, B, 172 : 71-76.
- Voituron Y., Verdier B. & Grenot C. 2002b - The respiratory metabolism of a lizard (*Lacerta vivipara*) in supercooled and frozen states. *Am. J. Physiol.*, 283 : R181-R186.
- Voituron Y., Heulin B. & Surget-Groba Y. 2004 - Comparison of the cold hardiness capacities of the oviparous and viviparous forms of *Lacerta vivipara*. *J. Exp. Zool.*, 301A : 367-373.
- Weigman R. 1929 - Die Wirkung starker Abkühlung auf Amphibien und Reptilien. *Z. Wiss-Zod.*, 134 : 641-692.
- Wilbur H.M. 1975 - The evolutionary and mathematical demography of the painted turtle *Chrysemys picta*. *Ecology*, 56 : 64-77.
- Willard R., Packard G.C., Packard M.J. & Tucker J.K. 2000 - The role of the integument as a barrier to penetration of ice into overwintering hatchlings of the painted turtle (*Chrysemys picta*). *J. Morphol.*, 246 : 150-159.

manuscrit accepté le 23 mai 2005

Actualités sur les sérums antivenimeux et la sérothérapie

par

Jean-Philippe CHIPPAUX

*IRD, CP 9214, La Paz, Bolivie
chippaux@ird.fr*

Résumé - L'antidote spécifique à l'envenimation a été découvert par Césaire Phisalix en 1894, ce qui a permis le développement des sérums antivenimeux et de la sérothérapie. Les modalités de fabrication des sérums antivenimeux n'ont que peu changé depuis la fin du XIX^e siècle. Le seul perfectionnement significatif a été la purification des anticorps qui portent la fonction antivenimeuse. Cela n'a pas eu d'influence sur l'efficacité des sérums antivenimeux mais, en revanche, a considérablement amélioré la tolérance. Aujourd'hui, le principal défi qui reste à relever est l'accessibilité des sérums antivenimeux dans les pays en développement où se produit la majorité des envenimations graves. Des initiatives intéressantes commencent à apparaître et laissent espérer une forte diminution de la mortalité ophidienne.

Mots-clés : Venin, Serpent, Envenimation, Sérum antivenimeux, C. Phisalix.

Summary - Current events on antivenoms and serotherapy. The specific antidote against envenomation was discovered by Césaire Phisalix in 1894, which allowed the development of antivenoms and serotherapy. The process of manufacture of the antivenoms did not change a lot since the end of the 19th century. The only significant improvement was the purification of the antibodies which carry on the anti-venomous function. That did not have any influence on the effectiveness of the antivenoms but, on the other hand, highly improved their tolerance. Today, the principal challenge which remains to be raised is the accessibility of the antivenoms in developing countries, where the majority of severe envenomations occurs. Interesting initiatives appeared which could lead to a dramatic decrease in snakebite mortality.

Key-words: Venom, Snake, Envenomation; Antivenin, C. Phisalix.

1. INTRODUCTION

La controverse sur la paternité des sérums antivenimeux élude bien souvent les apports originaux et spécifiques de chacune des deux équipes qui ont inventé le sérum antivenimeux (Brygoo, 1985). Il revient indiscutablement à l'équipe de Césaire Phisalix le mérite d'avoir décrit le premier le transfert de l'immunité passive. Se fondant sur la capacité d'un organisme à développer une protection individuelle à l'égard de certains toxiques, concept intuitivement utilisé par Mithridate au deuxième siècle avant notre ère, Phisalix a montré que cette

propriété était transférable, par le sérum sanguin, à un autre organisme qui n'avait jamais été en contact avec le toxique en question. Ce transfert de l'immunité, terme qui apparaîtra plus tard, devait être particulièrement fécond. Cela, bien entendu, ne retire rien à la valeur des travaux d'Albert Calmette qui a assuré un débouché opérationnel – mais aussi commercial – à cette propriété. Le premier a découvert la protection antivenimeuse et son mécanisme, alors que le second a créé la sérothérapie. C'est peu dire que les deux inventions étaient parfaitement complémentaires et, peut-être, traduisaient les particularités des caractères de leurs auteurs.

Depuis l'invention du sérum antivenimeux, les procédés de fabrication et d'utilisation n'ont que peu changé. Les améliorations apportées au cours du siècle qui vient de s'écouler ne sont qu'accessoires, sauf en ce qui concerne la tolérance qui a fait des progrès incontestables.

2. LE PRINCIPE DE L'ANTIVENIN ET DE LA SÉROTHÉRAPIE

Le principe de la protection antivenimeuse – la découverte de Césaire Phisalix – repose sur la fabrication d'anticorps par un animal soumis de façon répétée à l'inoculation d'un agent toxique, en l'occurrence le venin de serpent. L'animal s'immunise contre le venin, proportionnellement à la quantité de venin et à la durée de l'exposition. Cette découverte, préparée par les travaux récents de Louis Pasteur, préluait aux notions d'antigène – le venin – et d'anticorps – l'antivenin. Il devenait dès lors possible d'envisager un traitement spécifique de l'envenimation et plus tard de l'intoxication, l'infection ou d'autres pathologies dues à un agent externe. Ce concept, également développé par Behring pour les toxines bactériennes, complétait celui de la “vaccination” inventée par Edward Jenner un siècle plus tôt et expliquée par Pasteur moins de dix ans plus tôt.

Au cours de son immunisation, l'animal fabrique des anticorps dirigés contre le venin. Présents dans le sérum sanguin, ils pourront être extraits puis conservés en attendant d'être utilisés comme antidote lors d'une envenimation, d'où le nom de “sérum antivenimeux”. Pendant de nombreuses années, un désaccord a opposé C. Phisalix et Calmette sur l'efficacité de l'antidote contre des venins d'espèces différentes de celle qui avait servi à fabriquer les anticorps. Pour Phisalix, la spécificité était une conséquence logique de sa découverte. La

suite confirma cette hypothèse qui conduit à exclure toute possibilité de sérum antivenimeux “ universel ”.

Aujourd’hui, les sérums antivenimeux se fabriquent toujours selon ce principe d’immunisation d’un animal à partir d’un venin. Quelques étapes de la fabrication à l’utilisation du sérum antivenimeux ont toutefois changé.

L’utilisation d’adjuvant, technique inventée par Gaston Ramon en 1924 (Ramon, 1924 ; Ramon *et al.*, 1941), peut accélérer l’immunisation et favoriser le développement des anticorps.

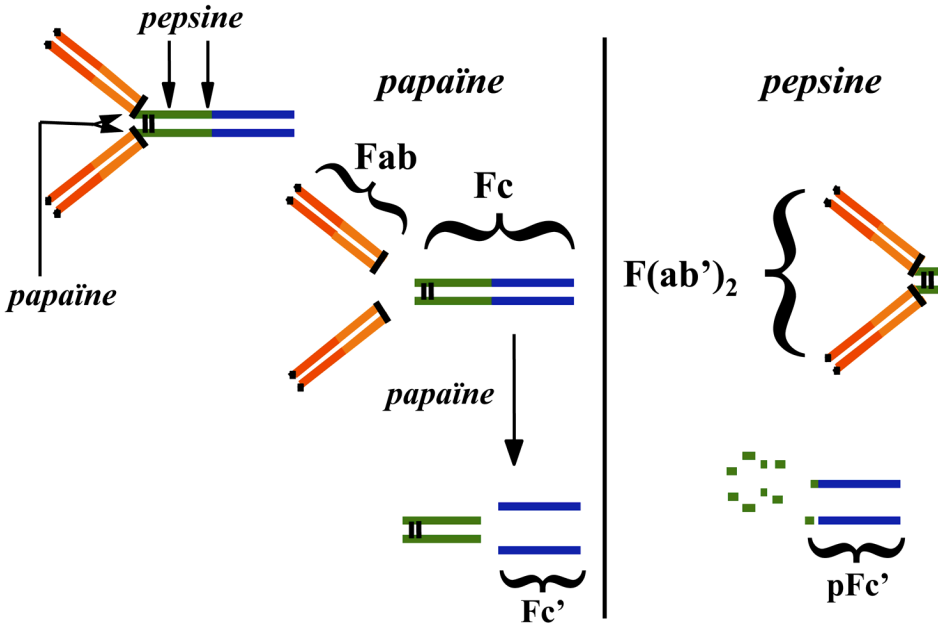


Figure 1 : Structure d’une immunoglobuline G et points de clivage enzymatiques permettant d’en réduire la taille sans en modifier la fonction anticorps.

Structure of immunoglobulin G and enzymatic attack points leading to reduced size without change of the antibody function.

La purification de l’anticorps, et même depuis quelques années sa fragmentation, ont permis d’améliorer significativement la tolérance des sérums antivenimeux. En effet, les autres protéines du sérum, l’albumine notamment, sont inutiles pour la protection contre le venin et peuvent être responsables d’effets secondaires graves. Par ailleurs, l’anticorps est une immunoglobuline en forme de Y composée d’une partie portant la fonction immune (les

deux branches symétriques du Y qui se lient à l'antigène pour former le complexe antigène-anticorps) et d'une autre, la branche verticale du Y (ou fragment Fc) qui permet la précipitation et l'élimination du complexe (Fig. 1). Cette partie de l'immunoglobuline n'est pas nécessaire à la reconnaissance de l'antigène, ni à sa neutralisation. En éliminant les protéines inutiles du sérum ainsi que le fragment Fc de l'immunoglobuline, les effets secondaires observés lors d'une sérothérapie ont été réduits de 50 % à 5 % ; encore peut-on considérer aujourd'hui qu'ils sont bénins et que les chocs anaphylactiques potentiellement mortels sont devenus tout à fait exceptionnels (Chippaux et Goyffon, 1998).

En revanche, le choix de l'animal est plus anecdotique et traduit le plus souvent des habitudes culturelles ou des stratégies industrielles qui n'apportent pas grand-chose à l'amélioration du sérum antivenimeux lui-même : les anglo-saxons, par exemple, préfèrent immuniser des moutons alors que les latins utilisent plutôt des chevaux. En Afrique et en Amérique du Sud, les Camelidae pourraient représenter un intérêt grandissant (Chippaux et Goyffon, 1998 ; Herrera *et al.*, 2005).

3. LES OBJECTIFS DE LA SÉROTHÉRAPIE

L'efficacité d'un sérum antivenimeux est restée une priorité pendant plusieurs décennies. Elle dépend :

- de la composition et de la toxicité du venin qu'il doit neutraliser ;
- de la vitesse de diffusion du venin et de la rapidité de mise en œuvre du traitement ;
- de la capacité de neutralisation du venin par le sérum antivenimeux et de la pharmacologie des anticorps ou fragments d'anticorps.

Au cours des années 60, s'est développée la nécessité de réduire les risques d'effets secondaires. La purification des anticorps est devenue l'objectif principal des fabricants, avec un remarquable succès.

Les années 90 ont vu apparaître les risques d'infection par des agents non conventionnels (prion de la vache folle par exemple), ce qui a conduit à mettre au point des techniques de décontamination systématique et de traçabilité des animaux utilisés pour l'immunisation. Tous les sérums commercialisés aujourd'hui dans les pays industrialisés sont astreints à ces procédures.

Les années 2000 se focalisent sur l'accessibilité des sérums antivenimeux (Chippaux, 1998 ; Stock *et al.*, 2007). En effet, dans les pays en développement, où les envenimations sont à la fois nombreuses et graves, le coût du sérum antivenimeux et les problèmes de distribution commerciale empêchent ces produits d'atteindre les centres de santé où l'on en a besoin. Moins de 5 % des besoins en sérums antivenimeux sont couverts en Afrique subsaharienne, par exemple (Chippaux, 2002).

4. TOXICOLOGIE DES VENINS ET PHARMACOLOGIE DES SÉRUMS ANTIVENIMEUX (SAV)

Les venins de serpent sont composés de polypeptides que l'on peut arbitrairement dissocier en toxines et enzymes bien que certains puissent appartenir aux deux groupes. Les premières sont généralement de petite taille et se fixent sur un récepteur particulier en modifiant son fonctionnement. Elles s'en détacheront avec un délai variable, selon l'environnement moléculaire, mais généralement après plusieurs heures. Les enzymes, de plus grande taille, transforment une substance en se liant successivement à chacune de ses molécules pendant un temps très bref, de l'ordre de la milliseconde. On comprend dès lors que, dans le premier cas, on puisse parler de toxines dose-dépendantes, et d'enzymes chrono-dépendantes dans le second. Par ailleurs, la toxicité d'un venin va dépendre de la quantité de composants toxiques et de leur mode d'action sur les organes ou fonctions vitales cibles.

D'une façon générale, le venin diffuse très rapidement dans l'organisme. En quelques minutes – 5 à 10 tout au plus – il atteindra la circulation générale d'où il gagnera les différents organes. Il sera alors en équilibre de concentration dans les différents secteurs – ou compartiments physiologiques – de l'organisme (Rivière et Bon, 1999 ; Ismail *et al.* 1996). La plupart des constituants des venins de serpent se maintiendront, en l'absence de tout traitement, plusieurs jours dans l'organisme.

Enfin, la taille et l'état de santé du sujet mordu joueront un rôle non négligeable dans la gravité de l'envenimation et dans la rapidité de guérison, avec ou sans traitement.

La neutralisation du venin par les anticorps contenus dans le sérum antivenimeux se fait molécule à molécule, c'est-à-dire qu'il faut une quantité égale d'anticorps et de venin pour enrayer l'envenimation. En l'absence d'information précise sur la quantité de venin injectée par le serpent, on se fonde sur la quantité moyenne de venin que le serpent – lorsqu'il est

connu ou suspecté – est capable d’inoculer, corroborée par la clinique et l’évolution des symptômes.

Pour s’opposer à l’action du venin, on a considéré pendant longtemps qu’il fallait obtenir une diffusion rapide des anticorps dans l’ensemble de l’organisme envenimé. On sait désormais qu’il suffit de maintenir une concentration suffisante de sérum antivenimeux dans le sang pour obtenir la neutralisation du venin (Rivière et Bon, 1999). L’anticorps et ses fragments ne diffusent pas uniformément dans l’organisme. L’anticorps complet et l’un de ses fragments Fab’2 qui composent la majorité des sérums antivenimeux actuels, restent plusieurs heures dans le compartiment sanguin et ne diffusent pas dans les organes profonds. Pourtant, leur action est efficace car le sérum antivenimeux neutralise les molécules de venin présentes dans le sang, au fur et à mesure que celles-ci viennent y remplacer celles qui sont éliminées par les anticorps ou fragments d’anticorps. Ce chassé-croisé nécessite une quantité d’anticorps en excès, donc des doses élevées de sérum antivenimeux. On a compris ainsi qu’il était inutile d’utiliser des fragments qui diffusent également dans les organes, appelés Fab, d’autant plus que ceux-ci quittent trop rapidement l’organisme, ce qui oblige à renouveler le traitement, et peuvent entraîner des réactions indésirables, notamment rénales (Chippaux et Goyffon, 1998).

Il est très difficile de savoir combien de temps après la morsure, un sérum antivenimeux reste efficace. Les spécialistes s’accordent à dire qu’il n’y a pas de limite et que l’administration de sérum antivenimeux doit être effectuée tant que la victime est vivante. Il est certain néanmoins que la précocité du traitement est un facteur de réussite essentiel.

5. ACCESSIBILITÉ DES SÉRUMS ANTIVENIMEUX

Il s’agit sans aucun doute du défi majeur de ces prochaines années, en ce qui concerne le sérum antivenimeux. Le coût du sérum antivenimeux s’est considérablement élevé avec l’accumulation de procédures industrielles et la complexité des circuits commerciaux. Le prix de vente a été multiplié par 5 ou 10 en moins de 10 ans. Ajouté à la crise économique que connaissent les pays en développement, ce phénomène a conduit à une réduction de près de 90 % de l’utilisation des sérums antivenimeux : en Afrique subsaharienne, par exemple, la vente annuelle de sérum antivenimeux s’est effondrée de près de 200 000 doses dans les

années 80 à environ 20 000 aujourd'hui (Chippaux, 2002). Pourtant, les études épidémiologiques montrent que, ni l'incidence, ni la gravité des morsures de serpent n'ont changé.

D'autres facteurs expliquent également cet abandon de la sérothérapie. Le recours aux soins privilégie dans de nombreux pays tropicaux la médecine traditionnelle, autant pour des raisons culturelles qu'économiques (Newman *et al.*, 1997). En outre, les structures de santé sont très souvent défaillantes, manquant de matériel et de médicaments, en particulier de sérum antivenimeux dont le prix et les conditions de conservation sont dissuasifs. Enfin, débordé, le personnel médical n'a pas la formation requise pour une prise en charge correcte des morsures de serpent.

Des efforts sont actuellement faits pour développer des sérums antivenimeux moins chers, mieux adaptés aux conditions tropicales et empruntant des circuits commerciaux appropriés pour les mettre à la disposition des centres de santé périphériques qui reçoivent les envenimations. Le cahier des charges de ces sérums antivenimeux, défini en 2001, repose sur 4 critères (Theakston *et al.*, 2003) :

- une efficacité égale ou supérieure aux normes des pharmacopées modernes ;
- une tolérance maximale (les essais cliniques visent actuellement à observer moins de 10 % d'évènements indésirables bénins et moins de 1 % d'effets secondaires graves) ;
- une bonne stabilité en milieu tropical chaud et humide, ce qui est obtenu par la lyophilisation ;
- une meilleure accessibilité aux patients qui en ont besoin, c'est-à-dire un coût raisonnable et une distribution qui s'étend jusqu'aux formations sanitaires de brousse.

Depuis 2002, un partenariat sud-sud, associant les équipes de pays en développement et des pays émergents, ainsi qu'une collaboration des secteurs public (instituts de recherche et universités) et privé (fabricants de sérums antivenimeux) des pays en développement et des pays industrialisés, a conduit au développement de plusieurs sérums antivenimeux qui font actuellement l'objet d'essais cliniques prometteurs (Stock *et al.*, 2007).

CONCLUSION

Depuis l'invention du transfert de l'immunité et de son corollaire le sérum antivenimeux, la fabrication du sérum antivenimeux n'a que peu évolué. L'amélioration de la tolérance – qui date de ces 30 dernières années – reste l'évolution majeure. Le second progrès

que l'on peut attendre est l'accessibilité du sérum antivenimeux là où il est nécessaire, c'est-à-dire dans les pays tropicaux, la plupart pauvres et connaissant une incidence élevée d'envenimations graves.

Ainsi, l'avenir de la sérothérapie est davantage un problème industriel et commercial que scientifique et technologique. Ce faisant, et sans modifier sensiblement le produit lui-même, il semble possible de réduire de 90 % la mortalité par morsure de serpent dans le monde.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brygoo E. R. 1985 - La découverte de la sérothérapie antivenimeuse en 1894 : Phisalix et Bertrand ou Calmette ? *Bull. Ass. Anc. Elèves Inst. Pasteur*, 106 : 10-22.

Chippaux J.-P. 1998 - The development and use of immunotherapy in Africa. *Toxicon*, 36 : 1503-1506.

Chippaux J.-P. 2002 - The treatment of snake bites : analysis of requirements and assessment of therapeutic efficacy in tropical Africa. In : Perspectives in molecular toxinology (A. Ménez, ed.), John Wiley & Sons Ltd, Chichester : 457-472.

Chippaux J.-P. & Goyffon M. 1998 - Venoms, antivenoms and immunotherapy. *Toxicon*, 36 : 823-846.

Herrera M., León G., Segura A., Meneses F., Lomonte B., Chippaux J.-P. & Gutiérrez J.M. 2005 - Factors associated with adverse reactions induced by caprylic acid-fractionated whole IgG preparations: comparison between horse, sheep and camel IgGs. *Toxicon*, 46 : 775-781.

Ismail M., Aly M.H.M., Abd-Elsalam M.A. & Morad A.M. 1996 - A three-compartment open pharmacokinetic model can explain variable toxicities of cobra venoms and their toxins. *Toxicon*, 34 : 1011-1026.

Newman W.J., Moran N.F., Theakston R.D.G., Warrell D.A. & Wilkinson D. 1997 - Traditional treatments for snake bite in a rural African community. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 91 : 967-969.

Ramon G. 1924 - Des anatoxines. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 178 : 1436-1439.

Ramon G., Boquet P., Richou R., Nicol L. & Delaunay-Ramon M. 1941 - Sur la production accélérée des sérums antivenimeux de différentes sortes au moyen des anavenins spécifiques et des substances stimulantes de l'immunité. Ses conditions. Ses résultats. *Rev. Immunol.*, 6 : 353-362.

Rivière G. & Bon C. 1999 - Immunothérapie antivenimeuse des envenimations ophidiennes : vers une approche rationnelle d'un traitement empirique. *Ann. Inst. Pasteur/Actualités*, 10 : 173-182.

Stock R. P., Massougboji A., Alagón A., Chippaux J.-P. 2007 - Bringing antivenom to Sub-Saharan Africa. *Nat. Biotechnol.*, 25 : 173-177.

Theakston R.D., Warrell D.A., Griffiths E. 2003 - Report of a WHO workshop on the standardization and control of antivenoms. *Toxicon*, 41 : 541-557.

- Analyse d'ouvrage -

Vermehrung von Geckos. Herbert RÖSLER, 2005. Herpeton, Verlag Elke Köhler, Offenbach, Allemagne. 270 pages.

Que de progrès dans la terrariophilie moderne ! Les geckos ont grandement bénéficié des avancées technologiques et pratiques des 10 dernières années concernant leur élevage. Malheureusement, ces innovations et connaissances accumulées ailleurs dans le monde restent très localisées à un groupuscule de spécialistes passionnés en France. L'ouvrage de Herbert Rösler, personnage internationalement reconnu pour son intérêt et ses talents dans l'élevage captif de ces lézards mais aussi ses recherches scientifiques actives, comble partiellement cette lacune. Je dis partiellement car son excellent ouvrage est publié dans une langue peu pratiquée dans l'hexagone, l'Allemand. Il y aborde des exemples concernant le monde entier et tous les groupes de geckos reconnus.

Après une présentation de la famille des Gekkonidae exposant clairement ses caractéristiques et ses originalités, Herbert nous présente les buts et les intérêts de la reproduction captive des geckos. Les caractères sexuels primaires (anatomie, physiologie, chromosomes,...) et secondaires (pores, habitus, coloration, écaillure,...) permettant leur sexage, préliminaire indispensable à la bonne conduite d'un élevage, sont ensuite présentés. De nombreuses pages sont consacrées aux principes élémentaires de la reproduction, aux accouplements, au maintien des femelles gravides, aux pontes et à leur incubation, à l'éclosion puis à l'élevage des jeunes. Des informations pratiques permettent d'améliorer l'incubation artificielle des œufs de geckos. L'élevage détaillé de plus de 300 taxa de la famille des Gekkonidae est ensuite clairement développé dans un tableau synthétique facile de lecture. À chaque fois, tout au long de son ouvrage, l'auteur aborde sans honte les difficultés dans l'élevage de telle ou telle espèce et les lacunes dans nos connaissances. Il établit une synthèse des reproductions anormales obtenues et expose les erreurs les plus courantes, tout en proposant à chaque fois des solutions. Rien n'est oublié ! L'auteur fournit quantité d'informations inédites et de nombreuses illustrations originales, comme par exemple celles présentant l'ultrastructure des coquilles d'œufs dans cette famille de lézards. L'iconographie en couleur est présentée dans les pages centrales et sa qualité est très bonne ; de nombreuses photographies sont exceptionnelles ou rarement présentées et la plupart des illustrations sont judicieusement

choisies et d'un grand intérêt. En fin d'ouvrage, un index détaillé nous explique les termes techniques et scientifiques utilisés. La bibliographie est conséquente et très complète, citant aussi bien les références les plus récentes que les travaux pionniers anciens encore fort utiles. Aucun doute, ce livre servira également de source d'information aux nombreux scientifiques s'intéressant à ce groupe cosmopolite de lézards.

Cet ouvrage est d'une richesse incroyable liée aux nombreuses espèces élevées par l'auteur et à l'importante quantité des données accumulées par ses nombreuses années d'expérience et de recherches. C'est le récit d'une vie entière consacrée à l'élevage des geckos du monde entier, avec passion et professionnalisme. C'est un livre fait par un terrariophile pour les terrariophiles. Je le recommande à tous les passionnés de geckos, aux autres aussi, et souhaiterais vivement sa traduction française qui permettrait de combler un vide évident.

Ivan INEICH
Département de Systématique et d'Évolution
USM 602 (Taxinomie et collections - Reptiles)
Case courrier n° 30 - 25 rue Cuvier
75005 Paris
courriel : ineich@mnhn.fr

Société Herpétologique de France
Bulletin de liaison

1^e et 2^e trimestres 2005

N°113-114

SOMMAIRE

**Observations sur la Grenouille des Pyrénées (*Rana pyrenaica*) en forêt d'Iraty
(Pyrénées-Atlantiques)**

par Onésime PRUD'HOMME

**Quelques observations dans le Sud-Est des États-Unis sur plusieurs communautés de
salamandres des genres de Plethontidés *Plethodon* et *Desmognathus*, y compris dans
des milieux chauds et humides de forêts subtropicales**

par Jean RAFFAELLI

**Le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* (Linné 1758) redécouvert en Haute-
Normandie en 2001**

par Claire LEMONNIER

Succès pour les “crapauducs” de la forêt de Fontainebleau

par Philippe LUSTRAT

Observations sur la Grenouille des Pyrénées (*Rana pyrenaica*) en forêt d'Iraty (Pyrénées-Atlantiques)

par

Onésime PRUD'HOMME

La Grenouille des Pyrénées (*Rana pyrenaica*, Serra-Cobo 1993) est la dernière espèce d'Amphibien décrite en France (Llamas *et al.* 1998). Sa répartition actuellement connue en France se limite aux ruisseaux :

- Contracharoko Erréka à 830 mètres d'altitude (le long de la frontière et de la parcelle forestière n° 153),
- Gasterrétako Erréka à 1 120 mètres d'altitude (le long de la frontière et de la parcelle forestière n° 571),
- Pachoula Butzanéko Erréka à 1 060 mètres d'altitude (entre les parcelles forestières n° 577 et 578),
- Imitzéko Erréka à 1 000-1 500 mètres d'altitude (entre les parcelles forestières n° 575 et 576).

L'aire de répartition du côté espagnol s'étend du ruisseau Murgarzaguioko Erréka en forêt d'Iraty (Navarre) à l'ouest au Parc national d'Ordesa et Monte Perdido (Huesca) à l'est. Une note sur la répartition de cette espèce en Navarre sera prochainement éditée dans le bulletin de la AHE et devrait être suivie en 2005 par une nouvelle édition de l'*Atlas herpétologique d'Espagne*.

Afin de préciser l'aire de répartition de cette espèce, les données actuelles étant très ponctuelles, j'ai réalisé un inventaire¹ des milieux aquatiques de la forêt d'Iraty (côté français), de juin à septembre 2002, complété par quelques observations le 22 juillet 2003 et le 4 juillet 2004.

¹ Dans le cadre du stage de BTSA Gestion et Protection de la Nature, option Gestion des Espaces naturels réalisé avec M. Etchepare, Chef du Groupe technique de l'Office national des forêts de Mauléon (64).

A. INVENTAIRE DANS LE MASSIF D'IRATY

Sur les ruisseaux du côté français, je n'ai jamais eu l'occasion de trouver des adultes ou des juvéniles, seulement des têtards ont été observés. Ceux-ci étaient tous présents dans les ruisseaux proches de la frontière avec l'Espagne (fig. 1) :

Murgarzaguioko Erréka (1) (commune de Lecumberry) :

- Été 2002 : têtards présents en début d'été sur la partie française, le long de la frontière en début d'été (juin, juillet) mais plus en fin d'été (août, septembre). Sur la partie espagnole entre environ 800 et 810 mètres d'altitude, les têtards ont été observés tout l'été.
- Juillet 2003 : têtards présents.
- Juillet 2004 : têtards présents à partir de 200 m en amont du passage à gué et tout le long en allant du côté espagnol, sur une plus grande distance qu'en 2002, même si certaines portions étaient asséchées.

Contracharoko Erréka (2) (se jetant dans le Murgarzaguioko Erréka, le long de la frontière et des parcelles forestières 153 et 152, commune de Lecumberry) :

- Été 2002 : Idem que pour le Murgarzaguioko Erréka ; durant l'été, le nombre de têtards a considérablement diminué même si sur cette portion, il en restait en fin d'été.
- Juillet 2004 : aucun têtard n'a été observé.

Anonyme entre la parcelle forestière n° 580 et 579 (3) (commune de Larrau) :

- Été 2002 : aucune larve n'a été observée.
- Juillet 2004 : des têtards étaient présents entre la confluence avec le ruisseau Irattiko Erréka et la chute d'eau d'environ 2-3 mètres. En amont de cet "obstacle", aucun individu n'a été observé.

Anonyme dans la parcelle forestière n° 579 (4) (commune de Larrau) :

- Été 2002 : quelques larves ont été observées en début d'été, mais plus en fin d'été.
- Juillet 2004 : aucun individu n'a été trouvé, ce ruisseau étant le plus souvent asséché.

Pachoula Buztanéko Erréka (5) (entre les parcelles forestières 577 et 578, commune de Larrau) :

- Été 2002 : nombreux têtards observés entre 890 et 1 020 mètres d'altitude.
- Juillet 2003 : nombreux têtards.
- Juillet 2004 : nombreux individus présents en amont de la route forestière jusqu'à

environ 5 mètres après la première division du ruisseau où l'on a une bande enherbée au milieu.

Imitzéko Erréka (6) (entre les parcelles forestières n° 575 et 576, commune de Larrau) :

- Été 2002 : têtards présents entre 915 et 965 mètres d'altitude
- Juillet 2003 : têtards présents.
- Juillet 2004 : les têtards n'étaient pas très nombreux mais bien répartis sur la portion fréquentée.

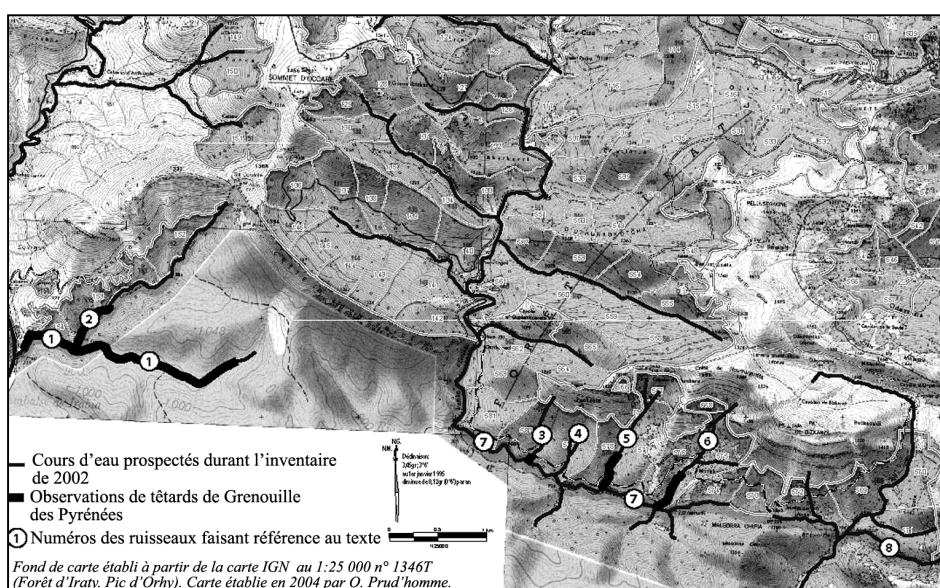


Figure 1 : Distribution de la Grenouille des Pyrénées *Rana pyrenaica*, dans le massif d'Iraty (département des Pyrénées-Atlantiques).

Irattiko Erréka (7) (commune de Larrau) : aucun individu n'a été observé.

Gasterrétako Erréka (8) (commune de Larrau) : aucun têtard n'a été observé en 2002.

Pour les ruisseaux Murgarzaguioko Erréka, Contracharoko Erréka et l'Anonyme dans la parcelle forestière n° 579, les têtards observés en début d'été (juin, juillet) n'étaient plus ou peu présents en fin d'été (août, septembre). Si une partie de ceux-ci a pu se métamorphoser, ils ont également pu subir la prédation des truites car ce sont essentiellement dans les ruisseaux où les truites étaient présentes qu'ils ont disparu. Lorsque la remontée du cours d'eau présentait un obstacle pour ces poissons (chutes d'eau d'environ 2 mètres, parties asséchées

où l'eau coulait en profondeur,...), les têtards étaient toujours présents.

Quelques remarques écologiques ont pu être tirées de ces observations :

Les ruisseaux qui accueillent la Grenouille des Pyrénées présentent les caractéristiques générales suivantes : un substrat géologique de type flysch calcaire (e3-2), alternance de marnes, grès et calcaires, calschistes et calcaires gréseux, une altitude comprise entre 805 et 1020 mètres, une exposition générale des ruisseaux sud-ouest, une pente moyenne comprise entre 1 et 16%, un pH moyen de 8,15 et une turbidité de 0,85 NTU, un lit de type galets avec dépôts de fines particules, une taille moyenne de 2 m de large et à 0,30 m de profondeur. Les têtards étaient souvent présents en grande quantité dans des sortes de mares où le ruisseau pouvait atteindre une profondeur allant jusqu'à 60 cm et une végétation environnante de type hêtres et mélange hêtres-sapins.

Les autres espèces de vertébrés observées dans les mêmes milieux étaient l'Euprocte des Pyrénées (*Euproctus asper*), la Grenouille rousse (*Rana temporaria*) et la Truite fario (*Salmo trutta fario*). Ces ruisseaux comportaient une macrofaune benthique classique de la zone des ruisseaux de montagne comme les larves d'Éphéméroptères (Heptageniidae), de Plécoptères (Taeniopterygidae), et de Diptères (Tipulidae).

B. OBSERVATIONS RÉALISÉES EN ESPAGNE

Je pense avoir également observé une Grenouille des Pyrénées adulte (détermination incertaine) dans un ruisseau juste après Zuriza et avant Tacheras, dans le cours d'eau qui traverse le chemin pour se jeter ensuite dans le Rio Veral. J'ai également observé des adultes, juvéniles et têtards de *Rana pyrenaica* le 22 juillet 2003 dans un ruisseau traversant la route NA2000 allant d'Isaba vers Zuriza. Ce cours d'eau était juste après un tunnel, et les individus ont été observés sur le côté droit (en amont) en sortant du tunnel, la portion en aval étant asséchée.

Cet inventaire préliminaire, qui apporte de nouvelles données sur la répartition de la Grenouille des Pyrénées sur le territoire français, devrait être complété par une approche plus globale pour précisément délimiter l'aire de répartition de cette espèce des deux côtés de la frontière et déterminer les variables écologiques et/ou historiques qui expliquent sa répartition actuelle.

C. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES SUR *RANA PYRENAICA*

- Arribas O, Llams A. & Martinez O. 1995 - *Rana pirenaica*, una especie desconocida. *Gorosti*, 61-68.
- Barbadillo J.L., Lacomba I.J. & Perez-Mellado V. 1999 - Amphibios y reptiles de la península ibérica, Baleares y Canarias. *Geo planeta*, 1999 : 145-148.
- Llams A., Martinez O. & Arribas O. 1994 - Estudio de la Distribución y Hábitat de *Rana pyrenaica*, 1993, en Navarra. Rapport non publié, 50 p.
- Llams A., Martinez-Gil O. & Arribas O. 1998 - *Rana pyrenaica*, a new species for French Herpetofauna. *Boll. Assoc. Herpetol. Esp.*, 9 : 12-13.
- Miaud C. & Muratet J. 2004 - Identifier les Œufs et les Larves des Amphibiens de France, INRA éditions, p. 170-174.
- Ortega-Martínez M. & Ferrer-Justes C. 2000 - Los anfibios del Alto Aragón. Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo, 23. Instituto de Estudios Aragoneses, Huesca, 47 p.
- Palanca Soler A., Rodríguez Vieites D. & Suarez Martinez M. 1995 - Contribución al estudio anatómico del género *Rana* L., 1758 en el Alto Aragón. *Lucas Mallada*, 7 : 227-247.
- Prud'Homme O. 2003 - La Grenouille des Pyrénées... Une Relique de l'Ère glaciaire. Étude de la Répartition et du Milieu de *Rana pyrenaica* dans le Massif d'Iraty. Rapport de stage BTSA GPN, 40 p.
- Serra-Cobo J. 1993 - Descripción de una nueva especie europea de *Rana parva* (Amphibia, Anura, Ranidae). *Alytes*, 11(1) : 1-15.
- Serra-Cobo J. 1997 - *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993, Distribución y Biogeografía de los Anfibios y Reptiles en España y Portugal, Juan M. Pleguezuelos ed., p. 167-168.
- Serra-Cobo J. 2002 - Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. p. 129-130.
- Serra-Cobo J., Lacroix G. & White S. 1998 - Comparison between the ecology of the new European frog *Rana pyrenaica* and that of four Pyrenean amphibians. *J. Zool. Lond.*, 246 : 147-154.
- Serra-Cobo J., Marques-Bonet T. & Martinez-Rica J.P. 2000 - Ecological segregation between *Rana Pyrenaica* and *Rana temporaria*, and differential predation of *Euproctus asper* on their tadpoles. *Neth. J. Zool.*, 50(1) : 65-73.
- Vences M., Kupfer A. & Llorente G.A. 1997 - Description of the larval stages of Pyrenean frog, *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993 (Amphibia: Ranidae). *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torina*, 15(1) : 1-23.
- Identification : <http://www.vertebradosibericos.org/anfibios/distribucion/ranpyrddi.html>
- Biologie, répartition : <http://www.vertebradosibericos.org/anfibios/identificacion/ranpyrddi.html>

PRUD'HOMME Onésime
Ferme de l'Ardoise
45110 Châteauneuf-sur-Loire, France
courriel : onesime.prudhomme@orange.fr

Quelques observations dans le Sud-Est des États-Unis sur plusieurs communautés de salamandres des genres de Plethontidés *Plethodon* et *Desmognathus*, y compris dans des milieux chauds et humides de forêts subtropicales

par

Jean RAFFAELLI

Résumé. - Les espèces de la plaine côtière atlantique du Sud-Est des États-Unis membres du complexe *glutinosus* du genre *Plethodon* sont adaptées à des températures élevées. Les observations sous des souches dans des sous-bois de forêts humides à au moins 26°C sont surprenantes concernant des urodèles, les rapprochant de formes du groupe *mexicana* du genre néotropical *Bolitoglossa* observées par l'auteur dans l'État du Veracruz au Mexique. Ces espèces (notamment *Plethodon grobmani*, *variolatus*, *ocmulgee*) seraient capables de supporter ces températures grâce à l'utilisation de terriers situés sous les souches tombées à terre, où ils passeraient le jour et qu'ils utiliseraient pour la ponte, qui n'a été que très rarement observée en surface, contrairement à la ponte des membres du groupe *cinereus*. D'autres espèces du complexe *glutinosus* (sensu Highton) ont été observées à des altitudes plus élevées en été dans le piémont appalachien et dans les Appalaches mêmes, souvent en sympatrie avec des espèces du complexe *ochrophaeus* du genre semi-aquatique *Desmognathus*. Aucun individu membre d'espèces de petite taille des groupes *cinereus* et *welleri* n'a été aperçu au cours de ces observations faites de juin à septembre.

Mots-clefs : *Plethodon glutinosus*, *P. chlorobryonis*, *P. grobmani*, *P. ocmulgee*, *P. chattahoochee*, *P. variolatus*, Eurythermie, Distance génétique, Populations, Groupe *cinereus*, Plaine côtière, Piémont, Appalaches, *Desmognathus*.

Summary - Some observations on salamander communities of Plethodontid Salamanders *Plethodon* and *Desmognathus* in the southeast of the United States, including some observations in damp subtropical forests. Some species of the *glutinosus* complex (sensu Highton) of the genus *Plethodon* from Atlantic southeastern coastal plain of the U.S. are adapted to high temperatures. Salamanders were discovered under barks and logs in wet forests at temperatures of 26°C, which are surprisingly similar to the temperatures registered in Veracruz (Mexico) for neotropical salamanders of *mexicana* group of the genus *Bolitoglossa*. These species (especially *Plethodon grobmani*, *variolatus* and *ocmulgee*) seem to withstand such high levels of temperature thanks to small burrows dig under logs where they may live during the day and lay eggs. Egg-laying has very rarely been observed in surface, unlike for the *cinereus* group. Other species of the *glutinosus* complex have been seen at higher elevations in summer time in the Piedmont and in Appalachian Mountains, often in sympatry with members of *ochrophaeus* complex of the semi-aquatic genus *Desmognathus*. No specimens of small size species of *cinereus* and *welleri* groups of *Plethodon* have been seen during these trips, which occurred from June to September.

Key-words: *Plethodon glutinosus*, *P. chlorobryonis*, *P. grobmani*, *P. ocmulgee*, *P. chattahoochee*, *P. variolatus*, Eurythermic, Genetic distance, Populations, *Cinereus* group, Coastal Plain, Piedmont, Appalachian Mountains, *Desmognathus*.

I. INTRODUCTION

Le complexe *glutinosus* (sensu Highton, 1989) du genre *Plethodon* comprend 16 espèces proches morphologiquement mais génétiquement bien différenciées. La distance de Nei calculée entre espèces est au moins égale à 0,15, ce qui correspond à un niveau minimum de différenciation génétique autorisant l'émergence du rang spécifique chez ce genre au sein du groupe *glutinosus* d'après Highton (1989). Ce groupe abrite outre le complexe du même nom, sept espèces du complexe *jordani*, trois du complexe *ouachitae*, ainsi que *P. yonahlossee* et *P. petraeus*. Les membres du groupe *glutinosus* sont réparties dans l'Est des États-Unis, sur une vaste zone s'étendant du Texas et des états du Midwest à l'Ouest à toute la façade atlantique à l'Est.

À l'occasion d'un voyage dans le Sud-Est des États-Unis, j'ai réalisé des sorties de terrain dans des milieux de sous-bois de la plaine côtière de la façade atlantique, en Caroline du Nord, Géorgie, ainsi que dans le Tennessee et en Virginie. Plusieurs espèces du complexe *glutinosus* ont été observées, et toutes ces observations ont eu lieu dans l'aire de répartition connue de ces espèces, dans des forêts chaudes et humides de régions tempérées méridionales à végétation subtropicale, des caractéristiques écologiques qui les feraient à certains égards se rapprocher de formes tropicales du super-genre *Bolitoglossa*.

Le but de cette note est de rapporter ces observations originales de terrain.

II. OBSERVATIONS, DISCUSSION

Le complexe *glutinosus* du groupe du même nom a été subdivisé par Highton en 16 espèces génétiquement différenciées (Highton *et al.* 1989), dont plusieurs d'entre elles sont aisément reconnaissables morphologiquement, même si ce n'est pas le cas pour chaque espèce.

Le voyage a eu lieu en juin 2002 depuis l'extrême sud-est de la Caroline du Sud, dans la région de Charleston, en passant par la côte atlantique de Géorgie, puis la Géorgie centrale, enfin la Géorgie appalachienne pour s'achever par la chaîne centrale des Appalaches, le long des Blue Ridge jusqu'en Virginie vers le Nord. Un second voyage a été brièvement effectué début septembre dans les mêmes régions (figs 1 & 2).

Trois espèces parmi celles habitant la plaine côtière (Coastal Plain) de l'Est des États-Unis ont été observées, l'une sur le Piémont des Appalaches, et trois autres dans la chaîne même des Appalaches.

A. Dans la plaine côtière

Un seul mâle de l'une des espèces de la plaine côtière, *Plethodon variolatus*, a été découvert sous une souche par 28,5°C (24°C sous la souche), au milieu des palmettos en bordure d'un marécage infesté de moustiques, très près de la côte Atlantique, à quelques dizaines de km de Charleston (Caroline du Sud). Cette espèce d'assez petite taille est remarquable au sein du complexe par l'abondance de dessins blancs le long des flancs et de la queue et l'absence presque totale de taches dorsales, sur fond noir. Le milieu où l'animal a été découvert semblait plus propice aux alligators, aux amphiumes et aux tortues qu'à une salamandre. L'individu, extrêmement vif, a tenté de fuir vers un terrier situé sous l'écorce au moment de l'observation.

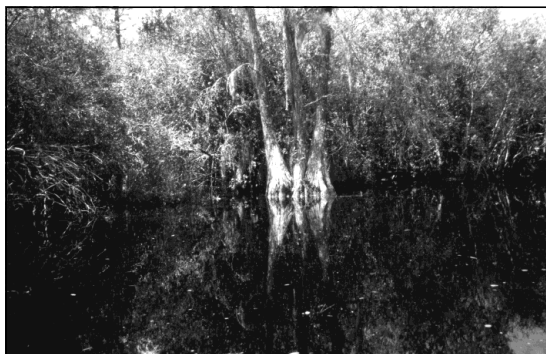


Figure 1 : Localité à *Plethodon yarso-latus*, région d'Elisto Island, Caroline du Sud. (Photo J. Raffalli)

Dans un sous-bois de feuillus situé non loin de l'Okefinokee Swamp, grande réserve de marais dans le sud-est de la Géorgie, un certain nombre de *Plethodon grobmani* ont été découverts à l'intérieur du bois en putréfaction avancée d'un tronc d'arbre tombé à terre, où ils s'étaient vraisemblablement réfugiés pour l'estivation. C'est également une petite espèce pour le complexe, noire et dotée de nombreuses taches blanches à jaunâtres avec de grandes bandes blanches sur les bas-flancs, dont la distribution s'étend largement jusqu'en Floride péninsulaire. La température enregistrée de l'air était alors de 26° à 21 h 00, soit celle enregistrée pour *Bolitoglossa platydactyla* dans des bananeraies à 1 100 mètres d'altitude en août dans la région de Jalapa (Veracruz, Mexique).

En Géorgie centrale, dans un autre sous-bois de feuillus à quelques mètres en surplomb d'un ruisseau marécageux aux eaux noires caractéristiques de ce type de milieu, d'où émergent les racines de cyprès, ont été trouvés plusieurs *Plethodon ocmulgee*, membres également du complexe, de taille moyenne et dotée de grosses taches jaunâtres sur fond noir. Les

animaux étaient particulièrement vifs, prompts comme tous les membres du groupe à rejoindre un terrier dont on pouvait parfois apercevoir l'entrée. Le milieu encombré de lianes, où ont été aperçues deux couleuvres indéterminées, était encore plus hostile à première vue pour des salamandres que les précédents. De nombreux *Eurycea cirrigera* ont été observés sous des souches pourrissantes dans un milieu saturé d'humidité en bordure immédiate du ruisseau.



Figure 2 : Localité à *Plethodon grobmani*, Sud-Est de la Georgie. (Photo J. Raffalli)

Plus au nord, dans la forêt nationale de Chattahoochee, dans le sud des Appalaches (nord de la Géorgie), *Plethodon chattahoochee*, espèce de taille moyenne à grand membre du complexe remarquable par l'absence totale de taches dorsales sur un fond général noir, a été observée en altitude, aux environs de 1 000 mètres dans un milieu cette fois à priori plus propice à des urodèles, sous des branches de bouleaux tombées à terre la plupart du temps. Cette espèce est très vive et les individus étaient pour la plupart juste sous les souches, non enfouis et sans terrier visible à proximité, contrairement aux trois espèces précédentes, qui avaient semblé préférer s'enfouir.

Début septembre, les animaux ont été revus et étaient nombreux sous les souches.

Le fait que de nombreux individus aient réagi immédiatement après avoir été découverts en se dirigeant sans hésiter vers un trou ou terrier en général creusé sous la souche tend à prouver que les formes côtières de *Plethodon* arrivent à survivre à de hautes températures grâce à ces terriers qui pourraient s'enfoncer profondément et où la température décroît largement par rapport à celle enregistrée en surface. D'autre part, les pontes n'ont été observées que très rarement (à 2 ou 3 reprises selon la littérature chez les différentes formes du complexe, Noble & Marshall 1929 in Highton 1956, 1962) ce qui tend à démontrer que les pontes auraient lieu probablement le plus souvent dans des abris souterrains, gardés par les

femelles. 11 œufs ont par exemple été découverts le 16 septembre à O'Leno State Park (Floride) pour *P. grobmani*, l'une des rares observations ayant fait l'objet d'une publication. Le complexe *glutinosus* semble donc bien adapté aux températures élevées, et s'éloigne de ce point de vue des petits *Plethodon* des groupes *cinereus* et *welleri*, bien que plusieurs espèces membres de ce dernier groupe atteignent des latitudes basses aux États-Unis. Les pontes ont au contraire été observées régulièrement en surface chez les petites espèces du genre (Highton, comm. pers).

D'autre part, l'originalité des espèces côtières du complexe *glutinosus* réside dans leur petite taille par rapport aux espèces d'altitude, à l'exception de *Plethodon kentucki* et *P. aureolus*, (altitude élevée, petite taille), mais ces deux dernières espèces sont éloignées génétiquement des 14 autres espèces du complexe. La taille réduite pourrait être une adaptation aux températures élevées, comme cela a été observé dans plusieurs autres groupes d'urodèles (cf. les Salamandridae d'Europe du Sud, à la taille généralement réduite par rapport à des formes proches d'Europe du Nord : *Triturus pygmaeus*, *T. italicus*, *Pleurodeles poireti*)

Plethodon chlorobryonis, observé dans une forêt du sud de la Virginie au cours d'un autre voyage en mai, est une forme côtière d'assez grande taille qui atteint toutefois le Piémont appalachien et s'y est même bien adapté en Caroline du Sud.

Par contre, *Plethodon cylindraceus* et *glutinosus stricto sensu* sont de grandes formes à nombreuses taches blanches à jaunes, très adaptées aux forêts de feuillus et conifères du Piémont et des Appalaches proprement dites, qu'il est possible d'apercevoir communément pendant l'été.



Figure 3 : Femelle *Plethodon albaguta* (groupe *glutinosus* auprès de sa ponte. (Photo A. Jamin)

Ces populations de *Plethodon*, un genre de salamandres considéré comme habitant les zones forestières tempérées du Néarctique, ont acquis une bonne résistance aux températures élevées et semblent donc capables de coloniser des milieux plus chauds, un pas qui a été franchi allègrement par les formes de la tribu des *Bolitoglossini* au Mexique puis dans le reste de l'Amérique centrale, atteignant l'Amérique du Sud.

B. Dans les Appalaches et le Piémont

Au cours de la recherche des *Plethodon* dans les Appalaches et le Piémont, il a été possible d'apercevoir assez souvent des *Desmognathus* membres du complexe *ochrophaeus*, très courants sous les pierres sur les bords de fossés et de sentiers formant au printemps des ruissellements, et asséchés l'été. *Desmognathus ocoee* a été découvert en sympatrie avec *P. chatahoochee* en Géorgie, *D. carolinensis* avec *P. yonahlossee* dans le Tennessee, en association avec *P. cylindraceus* et *P. montanus*, *D. ochrophaeus* avec *P. cylindraceus* et *cinereus* en Virginie-Occidentale et *D. imitator* avec *P. jordani* dans les Great Smokies (Caroline du Nord).

Plethodon hubrichti, une petite espèce du groupe *cinereus*, remarquable par ses dominantes jaunes et son aspect plutôt robuste pour le groupe, a été observée dans la région du Peak of Otter, un des monts de la chaîne des Blue Ridge en Virginie. Cette espèce très localisée (environ 10 km de long sur quelques km de large), est abondante dans les vieux foyers de campements éteints, qui forment souvent des amoncellements de pierres au milieu des cendres rendues humides par les pluies.

Plethodon richmondi, une autre forme du groupe *cinereus* très allongée, à membres



Figure 4 : Femelle *Plethodon chloro-bryonis* (groupe *glutinosus* auprès de sa ponte. (Photo A. Jamin)

courts, rappelant superficiellement le genre *Batrachoseps*, est fréquente sous les pierres dans la zone d'Iron Mountain, en Virginie, où vit également *P. yonahlossee*. L'espèce a été observée en avril au début seulement de l'apparition des feuilles, mais *P. yonahlossee* (un membre du groupe *glutinosus* mais pas du complexe) était introuvable, ceci confirmant encore sans doute que les grandes espèces du genre sont plus sensibles au froid et mieux adaptées aux climats chauds que les petites formes. Il pourrait s'agir aussi d'une adaptation plus poussée à l'enfouissement, les petites espèces trouvant dans le milieu de surface intersticiel du sol (Lescure) les caches et abris suffisants pour leur petite taille.

Au cours d'un autre voyage dans les Appalaches début septembre, ont été observées *Plethodon shermani*, *jordani* et *montanus*, trois espèces sur les sept anciennement incluses dans l'espèce *jordani* et actuellement membres du complexe *jordani* du groupe *glutinosus* (High-ton & Peabody 2000).

Plethodon jordani, la forme aux joues rouges, était très abondante dans les Great Smoky Mountains, à près de 2000 m, dans les zones de sapins, en sympatrie avec *Desmognathus imitator*, (qui comme son nom l'indique porte des taches également jaunes à rougeâtres sur les joues) et *D. ocoee*.

Plethodon shermani (aux pattes rouges caractéristiques) a également été observée en abondance dans la forêt nationale de Nantahala (Caroline du Nord) sous les souches, toujours début septembre, lors des premiers rafraîchissements post-estivaux. L'espèce a été aperçue dans des zones mixtes feuillus-conifères.

Plethodon montanus, petite forme du complexe *jordani* entièrement grise aux parties inférieures claires, était présente également en abondance dans le nord des Unico Mountains, à la frontière Tennessee-Caroline du Nord, à des altitudes légèrement plus élevées que *P. cylindraceus* et *P. yonahlossee*. Le complexe *jordani* est caractérisé par sa présence aux plus hautes altitudes de la chaîne sud et centrale des Appalaches.

Plethodon glutinosus, la forme type, a été observée à la mi-septembre dans une forêt non loin de Washington, en surplomb d'un petit cours d'eau lent qui formait des zones marécageuses où ont été vus *Eurycea longicauda*, *Eurycea bislineata* et *Desmognathus fuscus*.

Plethodon cinereus, généralement très abondant dans cette zone, était absent, et devait revenir en surface un peu plus tard, après les premières grosses pluies d'automne, tendant à prouver une fois encore que le groupe *cinereus* est globalement moins eurytherme que le groupe *glutinosus*.

Les espèces de salamandres du genre *Plethodon*, notamment les grandes espèces du groupe *glutinosus*, sont remarquables par leur apparente plasticité écologique qui les rend capables de coloniser des milieux insoupçonnés dans le sud-est de l'Amérique du Nord. Les observations effectuées, notamment en Géorgie et Caroline du Sud, confirment des données antérieures mais soulignent la nécessité d'un inventaire plus précis dans des régions à priori hostiles pour des salamandres terrestres, même si les zones de contact entre les différentes espèces du genre ont été déjà largement étudiées par les auteurs américains.

Remerciements. Je souhaiterais ici remercier particulièrement Richard Highton qui m'a indiqué quelques stations pour les espèces du genre *Plethodon* et a bien voulu relire cette note, ainsi que les membres du muséum national d'histoire naturelle de Washington (Smithsonian), notamment Addison Wynn, qui m'ont ouvert les portes de la bibliothèque et des collections.

III. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brooks M. 1946 - Burrowing of *Plethodon jordani*. *Copeia*, 1946 : 102.

Hairston N.G. 1949 - The local distribution and ecology of the plethodontid salamanders in Southern Appalachians. *Ecol. Monogr.*, 19 : 47-73.

Highton R. 1956 - The life history of the Slimy Salamander *Plethodon glutinosus* in Florida. *Copeia*, 1956, 2 : 75-93.

Highton R. 1962 - Geographic variant in the life history of the Slimy Salamander. *Copeia*, 1962, 3 : 597-613.

Highton R., Maha G.C. & Maxson L.R. 1989 - Biochemical evolution in the slimy salamanders of the *Plethodon glutinosus* complex in the eastern United States. University of Illinois. *Biol. Monogr.*, 57 : 1-153

Highton R. & Peabody R.B. 2000 - Geographic protein variation and speciation in salamanders of the *Plethodon jordani* and *Plethodon glutinosus* complexes in the southern Appalachian Mountains with descriptions of four new species. In: The Biology of Plethodontid Salamanders. R.C. Bruce, R.G. Jaeger & L.D. Houck (eds), Kluwer Academic/Plenum Publ., New York, p. 31-79.

Wells K.D. & Wells R.A. 1976 - Patterns of movement in a population of the slimy salamander *Plethodon glutinosus*, with observations on aggregations. *Herpetologica*, 32 : 156-162.

Jean RAFFAELLI
5924 Anniston Road Bethesda
Maryland 20817, USA
Le Gosqueric Penclen
56410 Plumelec, France
courriel : jean.raffaelli@laposte.net

Le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* (Linné 1758) redécouvert en Haute-Normandie en 2001

par

Claire LEMONNIER

Le 31 mai 2001, une sortie nocturne à l'écoute des amphibiens et des oiseaux, a permis de faire une découverte extraordinaire pour la Normandie : des Sonneurs à ventre jaune chantaient sur une petite mare abreuvoir située à 10 mètres d'une petite route de la basse vallée de l'Iton, sur la commune de La Vacherie, entre Évreux et Louviers (département de l'Eure). D'autres observateurs sont venus confirmer l'identification : Lionel Triboulin qui a photographié un individu et Pierre-Olivier Cochard qui est venu sur le site début juin 2001.

Cette redécouverte récente du sonneur à ventre jaune a réjoui l'ensemble des naturalistes haut-normands car l'espèce n'avait pas été signalée dans notre région depuis presque un siècle. Cette découverte est l'occasion de faire un petit état des connaissances sur cette espèce de fort intérêt patrimonial.

I. QUELQUES DONNÉES SUR LE SONNEUR À VENTRE JAUNE EN EUROPE

Le sonneur appartient à une famille d'amphibiens très ancienne, celle des discoglossidés, apparue au cours de l'ère tertiaire, il y a 50 millions d'années.

“Le sonneur à ventre jaune a recolonisé le continent européen à la fin de la dernière glaciation quaternaire à partir des Balkans. Confronté à la prédation des poissons dans les milieux aquatiques permanents et à la compétition des autres espèces, *Bombina variegata* s'est restreint à l'occupation de petites pièces d'eau, le plus souvent temporaires.” (A. Morand dans un article de vulgarisation du *Courrier de la Nature* de sept.-oct. 2001).

Dans l'*Atlas des Amphibiens et Reptiles d'Europe* (Gasc *et al.* 1997), on constate que l'espèce est présente essentiellement de la France à l'Europe centrale en passant par l'Allemagne, ainsi que sur les péninsules des Apennins et des Balkans. Elle est absente de la péninsule Ibérique et des îles de la Méditerranée.

Concernant l'existence de sous-espèces, *Bombina variegata variegata* est présent dans la partie nord de l'aire de répartition, c'est-à-dire de la France jusqu'aux Carpates. Dans la

péninsule des Balkans, on rencontre *Bombina variegata variegata* et *Bombina variegata scabra* (Küster 1843). Je n'ai rien identifié de récent sur la sous-espèce de Dalmatie, *Bombina variegata kolombatovici* (Bedriaga 1890). La sous-espèce de la péninsule des Apennins *Bombina variegata pachypus* (Bonaparte 1838) est quelquefois considérée comme une espèce à part entière.

A. Distribution altitudinale

L'espèce est présente en plaine (Ouest de la France, Vénétie,...) et dans les régions vallonnées ou moyennement montagneuses jusqu'à la limite supérieure de la forêt.

La grande majorité des observations a été effectuée en dessous de 500 m et la limite altitudinale apparaît voisine de 1 000 m. À cette altitude, le sonneur fréquente plutôt les mares abreuvoirs visitées par le bétail.

Le record absolu de présence du sonneur à ventre jaune est 2 100 m dans les Balkans d'après l'*Atlas des Amphibiens et des Reptiles d'Europe*. Le site de ponte habituel est une petite mare non ombragée en milieu forestier, des écoulements ou des ornières de chemin. Certains sites de reproduction sont le résultat d'activités humaines (argilières, carrières). Dans le sud de l'Europe, l'espèce peut utiliser d'autres milieux aquatiques pour se reproduire tels que les petits ruisseaux et les sources.

L'espèce peut être qualifiée de pionnière, colonisant de préférence seule le site aquatique et disparaissant lorsqu'il y a présence de poissons.

B. Statut du sonneur à ventre jaune

Il est classé parmi les espèces "vulnérables" dans le livre rouge des vertébrés de France et "menacées d'extinction" au Luxembourg. Le sonneur à ventre jaune figure sur la liste des espèces prioritaires à l'échelle européenne. Il figure à l'annexe II et IV de la directive Habitats et à l'annexe II de la Convention de Berne, cela impose aux états membres de l'UE des mesures de protection de ses milieux de vie.

II. LE SONNEUR À VENTRE JAUNE EN FRANCE

D'après l'*Atlas des Amphibiens et des Reptiles d'Europe* de 1997, *Bombina variegata* se rencontre surtout, à l'heure actuelle, dans les régions Centre et Est de la France. Il semble

absent d'une large bande suivant le littoral de la mer du Nord, de la Manche, de l'océan Atlantique et rejoignant la mer Méditerranée, faisant penser qu'il préfère les régions les plus continentales de notre pays.

Le sonneur est l'hôte habituel des ornières situées en forêt ainsi que des mares de prairies à proximité de forêts. Les petits fossés situés en bordure des chemins forestiers constituent aussi des sites intéressants pour l'espèce. Ces milieux sont susceptibles de s'assécher, rendant aléatoire la réussite de la reproduction. Les secteurs colonisés peuvent être riches en plantes aquatiques ou totalement dépourvus de végétation. Parent (1979) précise que *Bombina variegata* est une espèce tolérante à une certaine salinité.

Les habitats utilisés sont souvent situés dans les plaines alluviales, lieux qui se prêtent aussi à une agriculture intensive. La disparition des petits milieux aquatiques, générée par les modifications des pratiques de l'agriculture est la principale menace pour cette espèce et les traitements chimiques contribuent à la mauvaise qualité des eaux.

Les populations de Sonneurs sont considérées comme de plus en plus espacées par la disparition des sites de reproduction et de vie terrestre ou de la connectivité entre ces sites.

Dans l'ensemble, le sonneur est en régression dans beaucoup de régions, et on peut le considérer comme une espèce menacée.

A. Quelques sites à Sonneur parmi les plus proches de la Normandie

Christian Kérihuel est le découvreur d'un site à 30 kilomètres au sud d'Alençon, dans le département de la Sarthe. Avec l'association "Perche Nature", ils tentent de sauver une population d'environ 20 Sonneurs à ventre jaune. Une convention a été signée entre la commune et le conservatoire de la Sarthe. Cette population extrêmement fragile a fait l'objet d'un suivi. D'après Vincent Dhuicque "En limite d'aire, en Sarthe, en Loir-et-Cher, Normandie, et aux Pays-Bas, on retrouve cet habitat ouvert alors que plus à l'est, cette espèce est forestière" (comm. pers.). L'habitat du sonneur en Normandie serait donc proche de celui du sonneur en Sarthe.

D'après Olivier Bardet "En Picardie, l'espèce est confinée au sud du département de l'Aisne dans des forêts sur meulière de Brie, humides, pleines de mares et d'ornières et dans les mares avoisinantes. On n'a pas encore d'indices plus à l'ouest" (comm. pers.).

D'après Christophe Hervé "En Champagne, lors de prospections récentes dans le sud de la Haute-Marne, nous avons étendu son aire pour la région. Il était connu dans une zone très

forestière (en bonne densité) mais pas dans la région bocagère et prairiale plus au sud-ouest. Nous l'avons trouvé en petite quantité dans des sites toujours en fond de vallée, dans des ornières de chemins (même là où la circulation était toujours présente), flaques d'inondations, lavoirs,... Nous avons supposé qu'il suivait les vallées..." (comm. pers.).

En Eure-et-Loir, le 29 août 1984, un arrêté préfectoral de conservation de biotope a été pris. Il concerne les mares d'Ecluzelles qui abritaient à l'époque des Sonneurs à ventre jaune.

B. Statut actuel du sonneur à ventre jaune en Basse-Normandie

Dans la lettre de liaison n° 2 (juillet 1999) de l'*Atlas des Amphibiens et Reptiles de Normandie*, Pierre-Olivier Cochard cite la découverte du sonneur à ventre jaune faite par Annie Zuiderwijk. Cette donnée est déjà ancienne puisqu'elle date de 1979. Elle est située dans le Calvados en limite du Pays d'Auge et de la vallée de la Dives, sur la commune de Victot-Ponfol. Un seul individu a été trouvé dans une simple mare de prairie.

P.-A. Cochard précise "Un repérage rapide en février dernier (1999) sur le secteur laisse à penser qu'il sera difficile à retrouver. Quelques mares subsistent, mais beaucoup de parcelles sont en labours intensifs". Une donnée ancienne concerne le nord de l'Orne et deux autres le sud de l'Orne.

C. Le statut ancien du sonneur à ventre jaune en Haute-Normandie.

Les données anciennes du sonneur à ventre jaune en Haute-Normandie ne portent que sur une quinzaine de communes, entre 1883 et 1922.

Pour le département de l'Eure, *Bombina variegata* est noté : en 1884, par Et. Lanceleve à Bourg-Achard ; en 1896, par M. Regimbart à Arnières-sur-Iton, Aulnay-sur-Iton, Cailly-sur-Eure et Évreux ; en 1896, par L. Muller et Et. Lanceleve à Grainville ; en 1906, par H. Barbier dans la vallée de l'Eure, à Houlbec-Cocherel (lieu-dit la Cailleterie) où il est dit assez commun, à Ménilles et St-Aquilin-de-Pacy où il est dit commun.

Pour le département de la Seine-Maritime, *Bombina variegata* est noté : en 1883, par L. Muller aux environs d'Elbeuf ; en 1896, par Lieury, à Gournay en Bray par P. Noel à Belbeuf (Hameau St-Adrien) et Bois-Guillaume ; en 1918, par R.F. Mail au Havre (lieu-dit camp anglais de Caucriauville (Graville), en direction de Beaulieu et Harfleur) ; en 1922, par R.F. Mail à Gonfreville-l'Orcher (marais du Hode).

Toutes ces données se concentrent dans deux régions naturelles, toutes deux situées dans la partie orientale de la région de Haute-Normandie : la vallée de Seine, singulièrement la partie en amont de Rouen et ses affluents, l'Eure et l'Iton et le pays de Bray.

D. Habitat du Sonneur à ventre jaune retrouvés en basse vallée de l'Iton

Cette petite mare est située dans une prairie alluviale de fond de vallée entre la forêt sur le coteau calcaire et la rivière Iton. Plusieurs mares, semblables en apparence, se trouvent dans le périmètre proche. La prairie est pâturée régulièrement par des bovins. Quelques pommiers subsistent çà et là. Le site où l'espèce a été trouvée ne semble pas avoir été modifié depuis de nombreuses années. On peut penser que les modifications apportées au milieu sont plutôt occasionnelles (creusement d'une mare abreuvoir, il y a quelques années lors d'une période de sécheresse, où a été trouvé le sonneur). Les inondations, dont notamment celles de l'année 2001, ont malheureusement apporté les résidus des traitements agricoles. Les déjections des bovins peuvent eux aussi apporter des produits toxiques (dont par exemple des antibiotiques). Quelques apports d'engrais sont pratiqués également.

III. QUELQUES PERSPECTIVES

À partir de la découverte et pendant plus d'un mois jusqu'au début juillet 2001, le sonneur a été vu et entendu. J'ai entendu plus de deux chanteurs et l'observation a été interrompue par la suite cette année-là.

Dès le 14 mai 2002, le chant d'un Sonneur s'est à nouveau fait entendre sur la première mare. Le 27 mai 2002, deux adultes chantaient à partir de 22 heures sur cette première mare. Deux individus ont été photographiés ainsi qu'un couple en amplexus, le nombre d'adultes dans cette mare, ce jour-là, était de quatre. La prospection du 8 juin 2002 nous a permis de trouver en tout trois mares occupées par le sonneur : la première mare, une deuxième mare située à trente mètres dans le même herbage et une troisième située dans un herbage tout proche. Ces deux dernières mares avaient bien sûr été prospectées en 2001 mais aucun sonneur n'y avait été entendu. Le 10 juin 2002 trois Sonneurs chantaient sur la mare située dans l'herbage voisin. La pluie est venue interrompre les chants. Le 11 juin 2002, les chants des individus de deux mares ont été enregistrés par Jean-Luc Herelle (quatre chanteurs dans la mare de l'herbage voisin).

En mai et juin 2003, la recherche du sonneur s'est poursuivie. Le sonneur est toujours présent sur les trois mares. Malgré les recherches, aucune autre présence n'a pu être détectée dans le secteur.

En mai et juin 2004, le sonneur était toujours présent sur les trois mares.

S'il est nécessaire de continuer à mener une prospection dans le petit secteur considéré ici, il est nécessaire d'élargir la prospection dans un premier temps à toute la vallée de l'Iton, puis à la vallée de l'Eure puisque les données anciennes sont situées dans ces secteurs proches.

La basse vallée de l'Iton et ses abords forment un vaste ensemble écologique classé ZNIEFF de type II, une partie de cette zone a donc vocation, eu égard au statut européen du sonneur, à entrer dans le réseau Natura 2000. Les associations de protection de la nature regroupées dans la Fédération HNNE (Haute-Normandie Nature Environnement) ont fait une proposition dans ce sens. Des contacts ont été pris avec l'agriculteur utilisateur du terrain afin que le milieu ne soit pas dégradé. Le Conservatoire des Sites de Haute-Normandie prend en charge ce dossier depuis janvier 2004. La DIREN de Haute-normandie a entrepris de faire un arrêté de biotope sur le secteur. Le dossier est en cours.

“La gestion de l'habitat du sonneur doit tenir compte notamment de la connectivité des milieux aquatiques, en privilégiant un maillage dense de points d'eau favorables au stationnement du Sonneur dans un rayon de quelques centaines de mètres (300 m environ), entre lesquels ceux-ci peuvent se déplacer le long de ruisseaux, fossés de drainage, zones de suintements...”. Ces conseils figurent dans l'ouvrage collectif *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg* de l'ACEMAV paru en 2003.

Remerciements. Merci à Sébastien Aubry, Pierre-Olivier Cochard, Frédéric Bertrand, Jean-Claude Bertrand, Françoise Dranguet, Vincent Joly, Richard Lery, Géraldine Pernot, Françoise Pouillot, Lionel Triboulin, Florence Yvon pour leur aide sur le terrain, à Jean-Pierre Frodello, Frédéric Malvaud et Philippe Lévêque pour leur implication dans la conservation de l'espèce. Un grand merci à mon compagnon Frédéric Malvaud qui a su développer mon intérêt pour la nature, les oiseaux et qui a relu le manuscrit. Un grand merci tout particulier à Bernard Vautrain qui m'a entraînée à la reconnaissance des chants des anoues et qui a développé ma curiosité pour l'herpétologie tout au long de nos voyages. Sans lui, je n'aurais sûrement jamais trouvé le sonneur à ventre jaune de la vallée de l'Iton !

IV. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACEMAV coll., Duguet R. & Melki F. (ed.) 2003 - Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénopé, éditions Biotopé, Mèze (France), 480 p.
- Arntzen J.W, Gollmann G., Pialek J. & Szymura J.M. 1997 - *Bombina variegata*. In: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. p. 98-99, S.E.H. (Societas Europaea Herpetologica) et (MNHN) Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- Cochard P.-O. 2002 - Atlas des Amphibiens et Reptiles de Normandie. *Lettre de Liaison*, 4 : 3.
- Grangé P. 1989 - *Bombina variegata*. In: Atlas de Répartition des Amphibiens et Reptiles de France. Castanet J. & Guyétant R. (coord.), p. 58-59, Société Herpétologique de France, Paris.
- Guyétant R. 1997 - Les Amphibiens de France. *Rev. Fr. Aquariol.*, 24 (suppl. 1-2) : 64 p.
- Massemin D. 2001 - Effectifs, répartition et déplacements du sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* dans une population du sud de la France (département de l'Ardèche) *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 97 : 27-39.
- Morand A. 2001 - Une espèce vulnérable, le sonneur à ventre jaune. *Courr. Nat.*, 194 : 33-37.

Claire LEMONNIER
19, boulevard d'Orléans
76100 Rouen
courriel : claire.cle@wanadoo.fr

Succès pour les “crapauducs” de la forêt de Fontainebleau

par

Philippe LUSTRAT

Au printemps 1991, en revenant d'un affût au blaireau en forêt de Fontainebleau, je croisai sur la route des milliers de crapauds qui tentaient de traverser. L'importante circulation routière ne leur laissait quasiment aucune chance ! Ils se faisaient tous écraser !

Le lendemain matin, je comptai 400 cadavres... et pendant toute la migration printanière, les crapauds se faisaient ainsi écraser. Au cours de ce printemps, 2500 crapauds ont ainsi péri. Je décidai d'étudier le site afin de trouver des solutions à cette forte mortalité qui menaçait, à court ou moyen terme, cette population d'amphibiens. J'observai que, dès la fin de l'hiver, tritons, grenouilles agiles et crapauds communs quittaient la forêt de Fontainebleau pour aller pondre dans d'anciennes gravières situées de l'autre côté de la route, puis ils retournaient dans la forêt.

Les amphibiens migrent sur un front de 400 mètres de large et doivent traverser la route départementale 104, non loin du village de Sorques, ce qui cause une grande mortalité.

Je décidai de monter une opération de sauvetage, et après avoir obtenu une autorisation de la DIREN Île de France (les amphibiens sont protégés par la Loi et il est interdit de les manipuler).

II. MÉTHODES ET RÉSULTATS

A. Opérations de sauvetage

Je demandai au service Environnement du Conseil général de Seine-et-Marne, d'installer des barrières pour empêcher les crapauds de traverser. Tous les 10 mètres, un seau collectait les animaux. Tous les matins, avec l'aide de l'association Nature Recherche, je venais faire traverser les amphibiens capturés. Pour chaque individu, je notais précisément, non seulement l'espèce, mais aussi, l'endroit très précis où ils tentaient de traverser. Ces sauvetages, menés pendant 4 ans, ont été extrêmement efficaces et la population a commencé à augmenter, passant de 1 640 amphibiens sauvés la première année à 3 848 la quatrième année (fig. 1) !

Six espèces ont ainsi été trouvées : les plus abondantes sont le crapaud commun *Bufo bufo*, suivies par la grenouille agile *Rana dalmatina* ; mais nous avons aussi identifié des tritons ponctué (*Triturus vulgaris*) et palmé (*T. helveticus*), ainsi que plus rarement des grenouilles vertes.

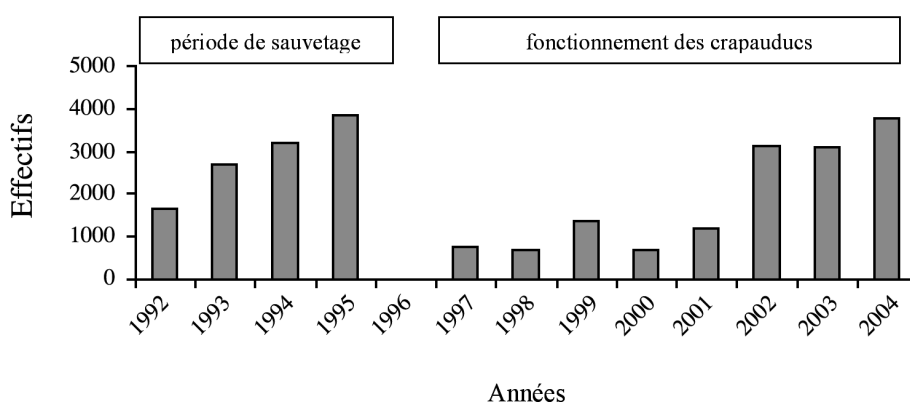


Figure 1 : Évolution des effectifs de Crapaud commun *Bufo bufo* dans les “crapauducs” de Sorques (77).

Enfin, nous avons capturé très exceptionnellement le crapaud calamite (*Bufo calamita*).

À ces actions de protection ont été associées des recherches visant à localiser les endroits utilisés préférentiellement par les amphibiens pour traverser la route.

B. Mise en place des “crapauducs”

Grâce à ces études, en 1996, 4 passages sous la route (“crapauducs”) ont été installés par le Conseil général de Seine-et-Marne afin que les amphibiens traversent seuls, aux endroits précis que nous avons sélectionnés en fonction de leur utilisation.

Un dispositif anti-franchissement (muret en bois ayant une hauteur hors-sol de 40 à 45 cm) empêche les amphibiens d’aller sur la route et les guide vers des passages souterrains (4 passages sous la chaussée de section rectangulaire, longs de 11 m, larges de 100 cm et hauts de 60 cm (fig. 2). Afin de vérifier l’efficacité réelle de ces crapauducs, un dispositif provisoire de récupération des amphibiens a été mis en place, ce qui nous permet d’effectuer un comptage tous les ans, lors de la migration. Les premières années, les amphibiens ont été peu nombreux à utiliser ces passages, puis d’années en années, les effectifs ont augmentés.

Parallèlement, nous effectuons un suivi des sites de ponte, en étudiant le déroulement des pontes et le développement des têtards.

Désormais la population atteint environ 4000 amphibiens, et preuve du succès de l'opération, les jardiniers du village à côté, trouvent à nouveau des crapauds dans leurs jardins.



Figure 2 : Détail d'un des "crapauducs" en cours de réalisation sur la RD104 à proximité de Sorques (77).

Cette action montre que lorsqu'ils sont bien conçus et bien placés, les "crapauducs" sont une solution efficace pour lutter contre ces écrasements massifs encore trop nombreux dans notre pays.

Merci au service Environnement du Conseil général de Seine-et-Marne qui a construit les crapauducs et nous aide pour le suivi scientifique de ces installations.

Philippe LUSTRAT
33 rue de la Garenne
77760 Villiers-sous-Grez
courriel : lustrat.philippe@wanadoo.fr