Bulletin de la Société Herpétologique de France

2e trimestre 2010 N° 134

ISSN 0754-9962 Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134

Bulletin de la Société Herpétologique de France N° 134

Directeur de la Publication/Editor : Ivan INEICH
Comité de rédaction/Managing Co-editors :
Max GOYFFON, Jean LESCURE, Claude MIAUD, Claude PIEAU, Jean Claude RAGE, Roland VERNET
Comité de lecture/Advisory Editorial Board :
Robert BARBAULT (Paris, France) ; Aaron M.BAUER (Villanova, Pennsylvania) ;
Liliane BODSON (Liège, Belgique) ; Donald BRADSHAW (Perth, Australie) ;
Corinne BOUJOT (Paris, France) ; Maria Helena CAETANO (Lisbonne, Portugal) ;
Max GOYFFON (Paris, France) ; Robert GUYETANT (Chambéry, France) ;
Ulrich JOGER (Darmstadt, Allemagne) ; Benedetto LANZA (Florence, Italie) ;
Raymond LECLAIR (Trois-Rivière, Canada) ; Guy NAULLEAU (Chizé, France) ;
Saïd NOUIRA (Tunis, Tunisie) ; V. PEREZ-MELLADO (Salamanque, Espagne) ;
Armand DE RICQLES (Paris, France) ; Zbynek ROCEK (Prague, Tchécoslovaquie).

Instructions aux auteurs / Instructions to authors :
Des instructions détaillées sont consultables sur le site internet de l'association :
http://www.societeherpetologiquedefrance.asso.fr
Les points principaux peuvent être résumés ainsi : les manuscrits sont dactylographiés en double interligne, au recto seulement. La disposition du texte doit respecter la présentation de ce numéro. L'adresse de l'auteur se place après le nom de l'auteur (en première page), suivie des résumés et mots-clés en français et en anglais, ainsi que du titre de l'article en anglais. Les figures sont réalisées sur documents à part, ainsi que les légendes des planches, figures et tableaux ; toutes les légendes des figures et tableaux seront traduites (bilingues). Les références bibliographiques sont regroupées en fin d'article.
Exemple de présentation de référence bibliographique :
Bons J., Cheylan M. & Guillaume C.P. 1984 - Les Reptiles méditerranéens. *Bull. Soc. Herp. Fr*., 29: 7-17.

Tirés à part / reprints : Les tirés à part ne sont pas disponibles mais les auteurs recevront une version pdf couleur de leur article.

La rédaction n'est pas responsable des textes et illustrations publiés qui engagent la seule responsabilité des auteurs. Les indications de tous ordres, données dans les pages rédactionnelles, sont sans but publicitaire et sans engagement.
La reproduction de quelque manière que ce soit, même partielle, des textes, dessins et photographies publiés dans le Bulletin de la Société Herpétologique de France est interdite sans l'accord écrit du directeur de la publication. La SHF se réserve la reproduction et la traduction ainsi que tous les droits y afférent, pour le monde entier. Sauf accord préalable, les documents ne sont pas retournés.

ENVOI DES MANUSCRITS / MANUSCRIPT SENDING
Ivan INEICH, Département de Systématique et Évolution - Section Reptiles, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 30, 25 rue Cuvier, 75231 Paris CEDEX 05. 3 exemplaires pour les manuscrits soumis par la poste, ou bien en fichier attaché à : *ineich@mnhn.fr*

Abonnements 2010 (hors cotisations) **/ Subscriptions to SHF Bulletin** (except membership)
France, Europe, Afrique : 50 €
Amérique, Asie, Océanie : 70 US $

To our members in America, Asia or Pacific area : The SHF Bulletin is a quarterly. Our rates include airmail postage in order to ensure a prompt delivery.

N° 134

Photo de couverture : Abris artificiel soulevé dans la région d'Episy en juin 2008. On note la présence de 2 espèces : *Zamenis longissimus* (2 adultes et 2 juvéniles) et *Anguis fragilis* (11 adultes).
Front cover picture: Artificial shelf listed in Episy's area in June 2008. We note the presence of 2 species: *Zamenis longissimus* (2 adults and 2 juveniles) and *Anguis fragilis* (11 adults).

Imprimeur : S.A.I. Biarritz
Z.I. de Maysonnabe, 18 allée Marie-Politzer,
64200 Biarritz
Mise en page : Valérie GAUDANT (SFI)
Dépôt légal : 2e trimestre 2010
Impression : Juin 2010

Société Herpétologique de France

Association fondée en 1971, agréée
par le ministère de l'Environnement le 23 février 1978
Siège social : Université Paris VII, Laboratoire d'anatomie comparée
2 place Jussieu, 75251 PARIS CEDEX 05

CONSEIL D'ADMINISTRATION (2009-2010)

Président : Franck PAYSANT, Le Bourg, Place de l'Église, 35133 Le Châtellier. *Franck.Paysant@ac-rennes.fr*
Vice-Présidents : Jacques CASTANET, 10 rue des Haies-Saint-Rémi, 91210 Draveil. *castanet.jacques@wanadoo.fr*
Bernard LE GARFF, 3 rue du Lavoir, 35140 Gosne. *bernardlegarff@yahoo.fr*
Secrétaire général : Michelle GARAUDEL, Impasse de l'Église, 35450 Mecé. *michelle.garaudel@orange.fr*
Secrétaire adjoint : Jean-Pierre VACHER, 10 rue du Viel-Hôpital, 67000 Strasbourg. *jpvacher@gmail.com*
Trésorier : Frédéric TARDY, Réserve africaine, 11130 Sigean. *ra.sigean@wanadoo.fr*
Autres membres du Conseil : Patrick HAFFNER, Olivier LOURDAIS, Claude MIAUD et André MIQUET
Membres d'honneur : Guy NAULLEAU, Président fondateur, Gilbert MATZ, Secrétaire fondateur et Jean LESCURE

ADRESSES UTILES

Responsable de la rédaction : Ivan INEICH, Département de Systématique et Évolution - Section Reptiles, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 30, 25 rue Cuvier, 75231 Paris CEDEX 05. *ineich@mnhn.fr*
Responsable de la commission Répartition : Jean LESCURE, Laboratoire amphibiens-reptiles, Muséum national d'Histoire naturelle, 25 rue Cuvier, CP 30, 75005 Paris. *lescure@mnhn.fr*
Responsable de la commission Conservation : Laurent GODE, PNRL, Rue du Quai, BP 35, 54702 Pont-à-Mousson. *laurent.gode@pnr-lorraine.com,* Olivier LOURDAIS, CEBAS/CNRS, 79360 Chize. *lourdais@cebc.cnrs.fr* et Jean-Pierre VACHER, 10 rue du Vieil Hôpital, 67000 Strasbourg. *jpvacher@gmail.com*
Responsable de la commission Terrariophilie : Fabrice THETE, Le Cassans, 01090 Genouilleux. *fabricethete@wanadoo.fr*
Responsable de la commission DOM-TOM : Jean-Christophe de MASSARY, Muséum national d'Histoire naturelle, Service du Patrimoine Naturel, 36 rue Geoffroy Saint-Hillaire, Case postale 41, 75231 Paris CEDEX 05. *massary@mnhn.fr*
Responsable du groupe Cistude : André MIQUET, Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie, BP 51, 73372 Le Bourget-du-Lac. *a.miquet@patrimoine-naturel-savoie.org*
Responsable des archives : Claude MIAUD, Université de Savoie, UMR CNRS 5553, Laboratoire d'écologie alpine, 73376 Le Bourget-du-Lac. *claude.miaud@univ-savoie.fr*
Responsable de la bibliothèque : Alain PAGANO, Université d'Angers, Laboratoire de biologie animale, Boulevard Lavoisier 49045 Angers CEDEX. *pagano@sciences.univ-angers.fr*
Responsable du Groupe Communication-Information : Yvan DURKEL, Le Maria, 15 montée de Costebelle, 83400 Hyères. *ivan.durkel@wanadoo.fr*

Site internet : http://www.societeherpetologiquedefrance.asso.fr

ADMISSIONS : Les admissions à la SHF sont décidées par le Conseil d'administration sur proposition de deux membres de la Société (art. 3 des statuts). N'envoyez votre cotisation au secrétaire général qu'après avoir reçu l'avis d'admission du Conseil.

COTISATIONS 2010 (Adhésion + Bulletin) / **MEMBERSHIPS** (Membership + Bulletin)

Tarifs (France, Europe, Afrique)	**Taux annuel**		**Bulletin**		**Total**
Adhérent de moins de 25 ans*	17,00	+	17,00	=	34,00 €
Adhérent de plus de 25 ans	22,00	+	23,00	=	45,00 €
Adhérent non abonné (sans bulletin)	22,00			=	22,00 €
Bienfaiteur : minimum				=	70,00 €
Membre conjoint				=	25,00 €
Tarifs (Amérique, Asie, Océanie)	**32,00**	**+**	**32,00**	**=**	**64,00 US $**

* demandeurs d'emploi et étudiants

Le service de la revue est assuré aux membres à jour de la cotisation.
Modalités de paiement : 1. Chèque postal à l'ordre de la SHF, CCP 3796-24 R PARIS,
2. Chèque bancaire à l'ordre de la SHF : envoi direct au secrétaire général (adresse ci-dessus)

Bulletin de la Société Herpétologique de France

2e trimestre 2010 / *2nd quarter 2010* **N° 134**

SOMMAIRE / *CONTENTS*

- **Proposition d'un protocole standardisé pour l'inventaire des populations de reptiles sur la base d'une analyse de deux techniques d'inventaire / *A proposed standard method for surveying populations of reptiles based on the comparison of two monitoring protocols***
  Julien CARON, Olivier RENAULT & Jean-François LE GALLIARD.....3-25

- **La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens / *The chytridiomycosis: an emerging disease of amphibians***
  Tony DEJEAN, Claude MIAUD & Martin OUELLET 27-46

- **Protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose lors d'interventions sur le terrain / *Hygiene protocol to prevent the spread of Chytridiomycosis in field studies***.....47-50

- **Un cas de leucisme chez le Crapaud commun *Bufo bufo* (Linné, 1758) / *A case of leucism in the common toad* Bufo bufo *(Linnaeus, 1758)***
  Jean MURATET, Grégory DESO & Jean-Pierre VACHER 51-54

- **Résumés de thèse et de mémoire** / ***PhD and Diploma summaries***.....55-62

- **Analyses d'ouvrages** / ***Book reviews*** 63-66

- **Bulletin de liaison** / ***Information*** 67-89

Directeur de la Publication/Editor : Ivan INEICH
Le *Bulletin de la Société Herpétologique de France* est indexé dans les bases suivantes : BIOSIS PREVIEW, CURRENT CONTENTS (Agriculture, Biology & Environmental Sciences), PASCAL & ZOOLOGICAL RECORD. ISSN : 0754-9962

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 3-25

Proposition d'un protocole standardisé pour l'inventaire des populations de reptiles sur la base d'une analyse de deux techniques d'inventaire

par

Julien CARON [1] Olivier RENAULT [2] & Jean-François LE GALLIARD [1,3]

[1] CNRS/ENS-UMS 3194, CEREEP-Ecotron Ile de France, École Normale Supérieure, Rue du Château, 77140 St-Pierre-les-Nemours
juln.caron@gmail.com

[2] Conseil Général de Seine-et-Marne, Service Site et Réseaux Naturels, 145 quai Voltaire, 77190 Dammarie-les-Lys
olivier.renault@cg77.fr

[3] CNRS/UPMC/ENS-UMR 7625, Laboratoire Écologie-Évolution, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai St Bernard, 75005 Paris
galliard@biologie.ens.fr

Résumé – L'étude de la dynamique spatiale et temporelle des reptiles non aviens squamates (lézards et serpents) nécessite un protocole efficace d'inventaire. Nous avons testé l'efficacité d'une méthode semi-quantitative de suivi des reptiles par comptage en transects sous abris artificiels et à vue. Ce test a été effectué entre mars et juin 2008 dans 4 Espaces Naturels Sensibles de Seine-et-Marne sur 16 transects possédant une distance fixe de 150, 300 ou 450 mètres et équipés de 3 à 11 plaques. Nous avons effectué 2 à 3 visites hebdomadaires sur chaque transect et réalisé 1059 observations de reptiles (4 espèces de serpents et 4 espèces de lézards). Nos données démontrent trois résultats majeurs : (1) les comptages à vue sont complémentaires des comptages sous abris qui permettent de détecter des espèces cryptiques et peu thermophiles ; (2) la probabilité de détection moyenne augmente avec la longueur du transect et est optimale pour une densité de l'ordre d'un abri tous les 50 m et (3) les conditions de détection sont optimales lors de la reprise d'activité printanière, en matinée et en dehors des périodes d'ensoleillement maximum ou de pluie. Nous illustrons l'application de ce protocole à l'étude de la variabilité de présence et d'abondance entre habitats et proposons un protocole simple standardisé de suivi des populations de reptiles.

Mots-clés : reptiles, technique d'inventaire, abris artificiel, observation à vue, détectabilité.

Summary – A proposed standard method for surveying populations of reptiles based on the comparison of two monitoring protocols. Monitoring programs of the spatial and temporal dynamics of non avian squamate reptiles (lizards and snakes) require efficient sampling protocols. We tested the efficiency of a semi-quantitative sampling protocol for reptiles based on line transect surveys combining direct sightings and artificial shelters. The survey was conducted between March and June 2008 in four "Espaces Naturel Sensibles" (ENS) from the "Seine-et-Marne" department using 16 transects of 150, 300, or 450 m long equipped with 3 to 11 artificial shelters. We run 2 to 3 weekly visits per transect and obtained 1059 data from 4 lizard and 4 snake species. Our data show three main results: (1) sightings were complementary to observations made with artificial shelters, which allow detection of cryptic

species; (2) mean detectability increased with transect length and was maximal at a density of ca. one artificial shelter every 50 m; (3) mean detectability was maximal during the first month following winter emergence, during morning surveys and outside very warm or rainy days. We apply the results of the survey to investigate spatial variation in species presence and abundance between habitats and propose a simple, standardised protocol to monitor populations of reptiles.

Key-words: reptiles, monitoring technique, artificial shelters, direct sightings, detectability.

I. INTRODUCTION

La combinaison des perturbations locales et des changements globaux qui affectent les écosystèmes continentaux a un impact majeur sur la dynamique des populations de certaines espèces de reptiles terrestres (Le Galliard *et al.* 2010). À l'heure actuelle, les conséquences écologiques de ces modifications ont été bien mises en évidence à l'aide de suivis intensifs par capture-recapture réalisés chez un nombre limité d'espèces (par exemple Lourdais *et al.* 2004, Marquis *et al.* 2008). Ces études ont démontré l'importance de la dégradation de l'habitat et des changements climatiques pour le fonctionnement de certaines populations de reptiles. Malheureusement, l'impact des variations environnementales sur les populations nationales ou européennes de reptiles reste encore difficile à quantifier étant donnée l'absence de protocole de suivi appliqué à grande échelle (Foster & Gent 1996, Gasc *et al.* 1997, Guisan & Hofer 2003, JNCC 2004). À l'échelle locale ou régionale, l'intérêt d'un tel protocole serait de permettre la caractérisation de la diversité de l'herpétofaune pour établir des comparatifs de répartitions des espèces et tester des plans de gestion. À l'échelle nationale, ce protocole constituerait un outil puissant pour suivre les variations temporelles et spatiales des populations de reptiles.

Deux méthodes principales de suivi semi-quantitatif (i.e., par observation mais sans marquage individuel) des populations de lézards et de serpents terrestres ont été utilisées dans les régions tempérées en Europe. Les suivis semi-quantitatifs de populations de serpents reposent fréquemment sur la méthode des abris artificiels (Foster & Gent 1996, Reading 1997, Graitson & Naulleau 2005) qui permettent d'observer facilement ces espèces discrètes, en particulier les serpents les moins héliophiles comme la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*) en France. Cependant cette méthode de prospection démontre une efficacité variable en fonction des espèces de reptiles rencontrées (par exemple Reading 1997) et il a donc été suggéré de la combiner avec un protocole de prospection à vue le long de transects (Foster & Gent 1996, Foster 1999, http://www.narrs.org.uk/). Malheureusement, les études quantita-

tives permettant d'estimer l'efficacité relative de ces deux méthodes sont rares et les données objectives pour optimiser un protocole de suivi combinant les deux méthodes sont donc limitées (Reading 1997, Kéry 2002, Graitson & Naulleau 2005). Une enquête réalisée auprès d'une sélection d'herpétologues français, belges et suisses pendant l'année 2008 confirme l'absence d'études quantitatives de ces deux méthodes d'inventaires en France mais démontre l'existence de connaissances empiriques (Caron, obs. pers. ; 17 personnes interrogées). La majorité des études est effectuée à l'aide de plaques pour les serpents, mais de nombreux herpétologues proposent la méthode de prospection à vue pour les lézards (15 herpétologues sur les 17 interrogés). Le matériel préféré pour les abris artificiels est le fibrociment ou la tôle métallique dont la surface est assez variable entre études mais dont la localisation est le plus souvent caractérisée par une exposition Sud ou Sud-Est et une disposition le long de lisières (voir aussi Graitson & Naulleau 2005). Les conditions temporelles les plus favorables à la prospection sont rarement quantifiées mais le sentiment général est que la détectabilité est maximale par temps nuageux et chaud (Caron, obs. pers.).

En réponse à ce déficit de données quantitatives, notre étude porte sur la comparaison objective des résultats de suivis de populations de reptiles par observations sous abris et à vue le long de transects linéaires situés dans quatre Espaces Naturels Sensibles (ENS) de Seine-et-Marne. Ces espaces naturels ont été choisis pour représenter la diversité des milieux rencontrés au Sud de la Seine-et-Marne et nous ont permis de récolter des données sur 8 espèces de lézards et de serpents (Tab. II). Pendant environ 4 mois au printemps 2008, nous avons prospecté de manière répétée plusieurs transects et réalisé un total de 1059 observations de reptiles. Dans un premier temps, nous avons analysé les conditions microclimatiques (température et humidité relative) sous, sur et autour des abris artificiels afin d'estimer leur attractivité potentielle pour les reptiles. Ensuite, nous avons étudié l'influence du mode de prospection sur les espèces observées, ainsi que les classes d'âge et de sexe, et la distribution temporelle des observations au cours du printemps. Puis, nous avons estimé la probabilité de détection des espèces et testé différentes sources potentielles de variation dans cette probabilité, à savoir : (i) la date et l'heure de la journée, (ii) les conditions météorologiques et (iii) les caractéristiques des transects (densité de plaques et longueur totale). Finalement, nous illustrons une application de cette méthode de suivi en estimant la probabilité de présence de deux espèces. Les résultats de toutes ces analyses nous permettent de proposer un proto-

cole standardisé pour le suivi semi-quantitatif des populations de reptiles dans les régions du Nord, du Centre Ouest et de l'Est de la France.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Zone d'étude

Les quatre ENS ont été choisis pour leur diversité d'habitats représentative du sud de la Seine-et-Marne : un ENS en zone de marais (marais d'Episy), un ENS sur le site d'une ancienne carrière (carrières de l'Enfer), un ENS en milieu boisé (bois des Palis) et un ENS en milieu hétérogène alternant prairies, zones humides et massifs forestiers (plaine de Sorques). Chaque ENS a été divisé si nécessaire en sites correspondant à des transects de longueur dif-

Tableau I : Longueur et nombre de plaques des transects par ENS et par site.

Table I: Length and number of artificial shelters in each transect line for each study area.

Espace Naturel Sensible	Site	Transect	Coordonnées GPS	Plaques	Longueur totale (m)
Plaine de Sorques (129 ha)	Sorq1	S1	63298 ; 71327	3	150
	Sorq1	S2	633039 ; 71587	8	300
	Sorq1	S3	633300 ; 71740	4	150
	Sorq1	S4	633400 ; 71765	10	450
	Sorq2	S7	633661 ; 71879	10	450
	Sorq3	S5	633780 ; 71730	7	450
	Sorq3	S6	633226 ; 70710	11	450
Marais d'Episy (158,52 ha)	ME	ME1	632771 ; 69567	7	450
	ME	ME2	632826 ; 69723	3	450
Carrières de l'Enfer (27,66 ha)	CE	CE1	628732 ; 57582	10	300
	CE	CE2	628480 ; 57623	7	300
	CE	CE3	628391 ; 57521	5	150
	CE	CE4	628237 ; 57361	10	300
Bois des Palis (75 ha)	BP	BP1	630105 ; 62272	5	150
	BP	BP2	629800 ; 62306	4	150
	BP	BP3	629623 ; 62610	7	150

férentes (150, 300 et 450 m) et équipés avec un nombre variable de plaques allant de 3 à 11. Au total l'étude porte ainsi sur 16 transects et 109 plaques (Tab. I).

B. Protocole

Le protocole retenu pour cette étude combine deux méthodes d'inventaire qui ont été effectuées par la même personne le long de transects localisés sur des écotones favorables (lisière, haies, ou talus), sauf pour un ENS (marais d'Episy) où il n'existait aucun écotone favorable et où les plaques ont été disposées au pied d'arbres ou au cœur de la végétation (Tab. I). Une description de la végétation de chaque transect a été réalisée selon le code STREF modifié (http://www2.mnhn.fr/vigie-nature/), mais ces données, à la disposition des lecteurs sur demande, ne seront pas analysées ici. L'exposition des transects n'a pas été standardisée car la variabilité topographique du milieu était souvent trop importante. Nous avons choisi autant que possible une exposition de type Sud à Sud-Est.

Notre première méthode d'inventaire consistait à suivre à pied chaque transect et à noter les observations effectuées par la méthode des prospections visuelles. Ces observations ont été faites le long de chaque transect dans un rayon de 2 mètres autour du cheminement central. Du fait de la fermeture du milieu et du comportement cryptique de nombreux reptiles, la distance d'observation était très limitée et nous avons jugé que la probabilité d'observer un individu à une distance supérieure à environ 2-3 mètres était très faible (Caron, obs. pers.). Cependant, nous n'avons pas noté la distance et l'orientation précise de chaque observation même si cela pourrait être utile dans un protocole futur de type « échantillonnage par la distance » (Anderson *et al.* 1985). Afin de limiter toute variation d'effort d'observation au cours de nos visites successives, nous avons retenu une vitesse moyenne de cheminement d'environ 30 m par minute, soit 5 minutes pour un transect de 150 m et 15 minutes pour un transect de 450 m. A chaque observation, nous avons noté l'espèce et si possible la classe d'âge (juvénile, sub-adulte ou adulte) et le sexe. La difficulté de sexage sans capture nous à obliger à ne tenir compte que des espèces de lézards ayant un dimorphisme sexuel marqué à l'état adulte (*Podarcis muralis*, *Lacerta bilineata*, *Lacerta agilis*, *Anguis fragilis*) et pour *Vipera aspis*.

La seconde méthode d'inventaire reposant sur les abris artificiels, nous avons disposé un nombre variable de plaques (Tab. I) par transect pour varier leur densité par unité de distance. Ces plaques ont été déposées sur chaque transect pendant le mois de février 2008 afin de permettre la colonisation des abris dès la sortie d'hibernation. Le matériau retenu pour les

plaques est du plastique armé noir (Flexbelt) issu des bandes transporteuses utilisées pour l'exploitation des carrières de granulats et obtenu gratuitement auprès des exploitants de carrières de la région. Ce matériau permet *a priori* une bonne régulation de chaleur et d'humidité. La taille des plaques est d'environ 0,50 m² (0,70 sur 0,70 cm) et chaque plaque a été équipée à un angle d'une sangle, le tout facilitant le stockage, le transport et l'inspection. Chaque plaque a été disposée dans le cheminement central du transect et en bordure d'une lisière, d'un buisson ou d'un arbuste de manière à maintenir un gradient de température au cours de la journée (environ 1/3 ombragé et 2/3 ensoleillé). Lorsque l'épaisseur de la couverture végétale ne permettait pas de laisser un espace assez conséquent entre le sol et la plaque permettant aux reptiles de s'y glisser, nous avons rajouté des branchages ou des cailloux sous la plaque. Pour étudier les conditions climatiques sous les abris, deux zones choisies au hasard ont été équipées pendant deux mois de trois sondes automatiques (AZ8829, AZ Products, China Manufacturer) enregistrant toutes les 15 minutes la température (°C) et l'humidité relative (%) au dessous, au dessus et à coté de la plaque dans l'air ambiant et en exposition au soleil. A chaque visite, nous avons soulevé chaque plaque et noté le numéro de la plaque et les espèces et individus présents sous la plaque, ainsi que la classe d'âge (juvénile, sub-adulte et adulte) et de sexe de chaque individu quand cela était possible. Aucun animal n'a été capturé au cours du suivi mais une photographie des animaux a été effectuée sous chaque plaque à chaque visite. Les données issues de ces photographies n'ont pas été analysées ici mais elles permettent de confirmer l'identification, de préciser l'âge ou le sexe de certains individus, et d'obtenir des informations utiles sur l'écaillure céphalique.

Les suivis ont été conduits par Julien Caron de mars à fin juin 2008 soit un total de 22 jours de prospection pour les 16 transects (environ 13 visites par transect). Nous avons couplé systématiquement la méthode des observations visuelles et celle des observations sous plaques. Avant de commencer un suivi, l'heure de la journée était notée ainsi qu'un descriptif sommaire des conditions climatiques selon une échelle qualitative d'ensoleillement (faible pluie ; couvert ; très nuageux ; nuageux ; soleil). Afin d'assurer un effort d'observation homogène dans le temps au cours de la journée et de la saison, nous avons alterné les visites d'un même transect de manière aléatoire au cours de la journée (en moyenne 2-3 visites par semaine) et nous avons visité tous les transects chaque 10-15 jours. Nous avons aussi visité tous les transects quelque soient les conditions météorologique sauf par temps très chaud ou lors des journées de forte pluie, où nous n'avons effectué aucune visite du fait de la faible

probabilité connue d'observation des reptiles en prospection à vue dans ces conditions (Foster 1999).

Les données de prospection à vue et sous plaques ont été comparées dans l'espace et dans le temps à l'aide du logiciel R 2.7.2 (http://cran.r-project.org/) afin d'estimer l'efficacité globale des deux protocoles, de mettre en évidence la sensibilité de la méthode de détection des reptiles aux conditions temporelles, et de tester les différences de détectabilité et d'abondance entre espèces et ENS. Les méthodes utilisées sont précisées dans les résultats. Les hypothèses majeures de ces analyses sont les suivantes : (i) nous supposons que les effectifs de chaque espèce sont constants au cours de nos suivis, (ii) nous supposons que les caractéristiques des transects (distance et densité de plaques) et les conditions des visites (heure et météorologie) sont réparties au hasard, hormis l'absence de visites par temps trop chaud ou trop pluvieux, et (iii) nous supposons que les différences de fréquences d'observation dans le temps et l'espace reflètent des différences d'activité ou d'abondance des reptiles et non des biais d'observation. Ces hypothèses nous semblent raisonnables car (i) les effectifs présents varient probablement peu au sein d'un même printemps, (ii) les caractéristiques des transects et les visites (jour et heure de la journée) ont été choisies aléatoirement, et (iii) le suivi a été conduit par la même personne selon un protocole strictement défini. Les tests précis conduits au cours de ces analyses sont décrits au cas par cas dans la section suivante.

III. RÉSULTATS

A. Propriétés thermiques et hydriques des abris artificiels

Un profil typique de variation journalière de la température et de l'humidité sous plaque, sur plaque et en dehors de plaques est représenté sur la figure 1. Le matériau plastique noir accumule efficacement la chaleur en journée et la température sur et sous la plaque est donc supérieure à la température ambiante moyenne (ANOVA : $p < 0{,}0001$). De plus, le matériau tamponne les variations de température atmosphérique. De la même manière, le taux d'humidité relative varie significativement selon la position de la sonde sur la plaque, sous la plaque ou dans l'air (ANOVA : $p < 0{,}0001$). Pendant la journée, l'humidité sur plaque chute aussi rapidement que l'humidité ambiante mais le dessus d'une plaque peut atteindre moins de 12 % d'humidité en plein après midi – un niveau en général plus faible que sous la plaque ou dans l'air ambiant.

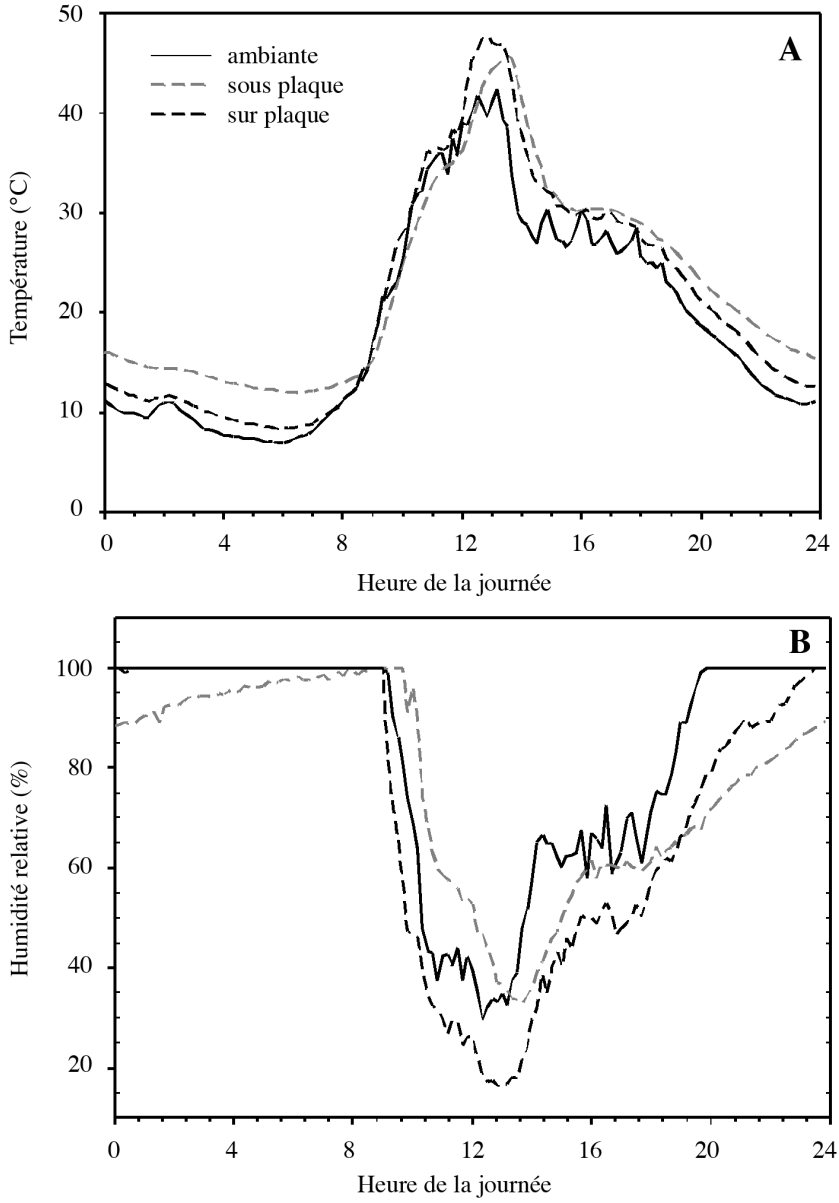


Figure 1 : Propriétés thermiques (A) et hydriques (B) du matériau utilisé pour les abris artificiels. Les données représentent les variations de microclimat du dessous et du dessus des abris par rapport aux données locales prises dans l'air.

Figure 1: Consequences of artificial shelters for thermal (A) and moisture (B) microclimate conditions. Data are microclimate conditions below and on top of artifical shelters and are compared to local air conditions.

B. Observations en fonction des méthodes de prospection

Nous avons inventorié huit espèces de reptiles dont quatre lézards (*Anguis fragilis, Lacerta bilineata, Lacerta agilis* et *Podarcis muralis*) et quatre serpents (*Natrix natrix, Coronella austriaca, Zamenis longissimus* et *Vipera aspis*). La méthode de prospection détermine largement les espèces observées (Tab. II). Les lézards, hormis *Anguis fragilis*, constituent les espèces majoritairement observées en prospection à vue, alors que *Coronella austriaca*, *Zamenis longissimus* et *Anguis fragilis* sont plus fréquemment observés par la méthode des plaques. On remarque en fait que seule la détection de *Vipera aspis* n'est pas affectée par la méthode utilisée (test de contingence : $\chi^2 = 0{,}25$, ddl = 1, $p = 0{,}62$). La distribution des observations traduit aussi des différences de détectabilité des espèces entre méthodes selon l'âge des individus (test de contingence : $\chi^2 = 663{,}2$, ddl = 37, $p < 0{,}001$), en particulier pour *Lacerta bilineata* (test exact de Fisher : $p = 0{,}005$) et *Natrix natrix* (test exact de Fisher : $p < 0{,}001$). Chez ces deux espèces, une plus forte proportion de subadultes est observée par prospection visuelle plutôt que sous les abris. Cependant, aucun biais de détectabilité des deux sexes selon la méthode de prospection n'a pu être mis en évidence chez *Lacerta bilineata* et *Vipera aspis*, seules espèces suffisamment représentées par des observations des deux sexes (tests exacts de Fisher : respectivement, $p = 0{,}12$ et $p = 0{,}11$).

Globalement, la composition spécifique des observations de reptiles diffère fortement entre les différents ENS (test de contingence : $\chi^2 = 280{,}11$, ddl = 21, $p < 0{,}0001$, Tab. III), même quand on exclut de l'analyse les deux espèces rarement observées que sont *Coronella austriaca* et *Lacerta agilis* ($\chi^2 = 225{,}06$, ddl = 15, $p < 0{,}0001$).

Tableau II : Répartition des observations totales par type de protocole (observation à vue ou sous abri) et par espèce (Af = *Anguis fragilis* Orvet fragile, Ca = *Coronella austriaca* Coronelle lisse, La = *Lacerta agilis* Lézard agile, Lb = *Lacerta bilineata* Lézard vert occidental, Nn = *Natrix natrix* Couleuvre à collier, Pm = *Podarcis muralis* Lézard des murailles, Va = *Vipera aspis* Vipère aspic, Zl = *Zamenis longissimus* Couleuvre d'Esculape).

Table II: Number of observations for each monitoring protocol (direct sightings and artificial shelters) and for each species.

	Af	Ca	La	Lb	Nn	Pm	Va	Zl	Total
Observation à vue	7	1	13	134	12	27	69	1	264
Observation sous abri	481	17	1	59	208	11	75	43	795
Pourcentage sous abri	98,6 %	94,4 %	7,1 %	30,6 %	90,0 %	28,9 %	52,0 %	97,8 %	75,1 %

Tableau III : Répartition des observations totales par ENS et par espèce tous types de protocole confondus. Notation des Tableaux I et II.

Table III: Number of observations in each study area and for each species combining data from the two monitoring protocols. Species frequencies are calculated separately for each study area. Notations are similar as in table I and table II.

	Af	Ca	La	Lb	Nn	Pm	Va	Zl	Total
Plaine de Sorques	455 52 %	5 0,6 %	12 1,4 %	148 16,9 %	118 13,5 %	25 2,8 %	69 7,9 %	44 5 %	876
Marais d'Episy	2 18 %	0 0 %	0 0 %	4 36 %	1 9 %	0 0 %	4 36 %	0 0 %	11
Carrières de l'Enfer	16 13 %	13 10,6 %	2 1,6 %	28 22,9 %	0 0 %	12 9,8 %	51 41,8 %	0 0 %	122
Bois des Palis	15 30 %	0 0 %	0 0 %	13 26 %	1 2 %	1 2 %	20 40 %	0 0 %	50

C. Répartition temporelle des observations

Nous avons estimé la distribution temporelle des observations en calculant pour chaque transect et chaque espèce l'intensité d'observation à chaque visite. L'intensité d'observation est donnée par le nombre des observations faites lors de la visite sur la somme des observations de toutes les visites. Elle fournit un indice de la répartition temporelle des observations que nous avons analysé selon les conditions temporelles (jour et heure de la visite) et météorologiques (conditions d'ensoleillement). L'analyse statistique repose sur un modèle linéaire généralisé additif logistique incluant un terme de lissage de l'effet date et une distribution binomiale (procédure GAM : Venables & Ripley 2002). En effet, la distribution temporelle d'intensité d'observation présente ici une bi-modalité marquée au cours du printemps ($\chi^2 = 178,8$, ddl = 6,56, $p < 0,0001$; Fig. 2A). Cette bi-modalité traduit probablement un premier pic d'activité pendant la période des appariements (émergence hivernale des mâles puis accouplements) et un second pic d'activité pendant la période de gravidité et le début de l'été. L'analyse du sexe ratio des individus capturés lors du premier pic confirme une surreprésentation des mâles ($\chi^2 = 122,9$, ddl = 1, $p < 0,0001$; 38 femelles pour 214 mâles identifiés). Indépendamment de cette bi-modalité, la répartition temporelle indique aussi des différences selon l'heure de la journée ($\chi^2 = 25,6$, ddl = 1, $p < 0,0001$)

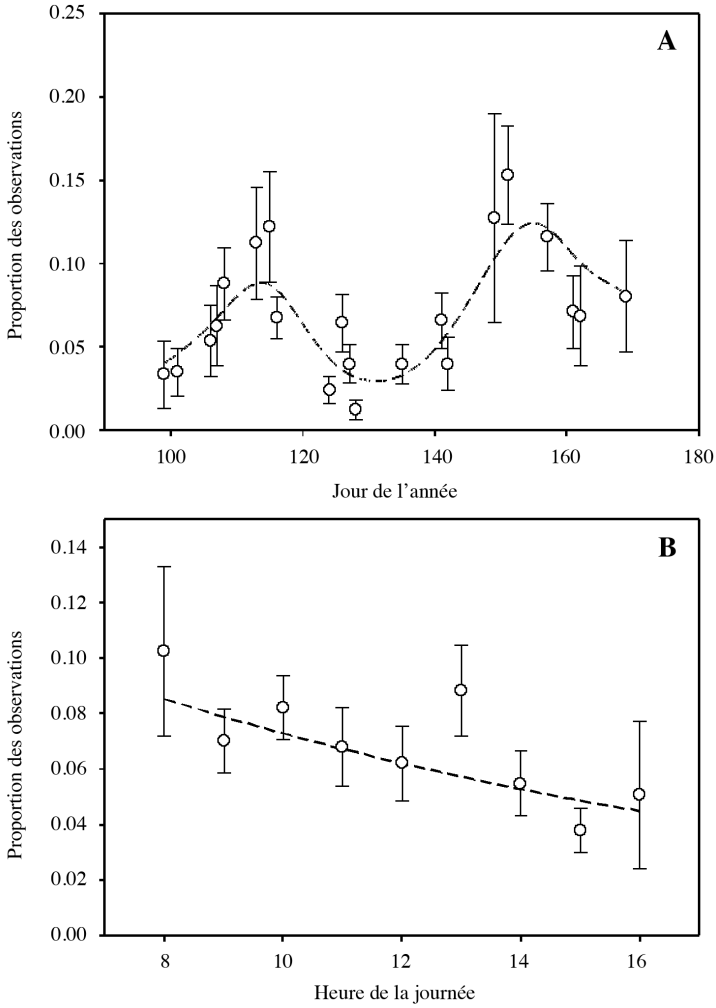


Figure 2 : Effet de la date et de l'heure de la journée sur la détectabilité moyenne des reptiles par observation à vue et sous plaques. A. La distribution temporelle des observations de reptiles pendant le printemps et le début de l'été démontre une bi-modalité significative. Le premier pic d'observations traduit probablement la reprise d'activité (sortie d'hibernation et accouplement) et le second pic correspond au début de la saison estivale et de la gravidité. B. La distribution temporelle des observations pendant la journée démontre un déclin progressif de la détection. Les données représentées sont les moyennes (± SE) des observations et la prédiction du modèle GAM discuté dans le texte (trait hachuré).

Figure 2: Effects of year day and day hour on mean detection probability of reptiles by sightings and under artificial shelters. A. The seasonal distribution of observations during spring and early summer shows a significant bimodality. The first activity peak corresponds to winter emergence and mating season and the season activity peak occurs around the start of the summer season when many females are gravid. B. The detection probabilities declines during the day. Data are mean (± SE) and predicted values from a GAM model discussed in the main text (hatched curve).

et les conditions météorologiques ($\chi^2 = 30,9$, ddl = 5, $p < 0,0001$). L'intensité d'observation décroit au cours de la journée depuis un maximum observé vers 8-9 heures du matin à un minimum observé vers 15-16 h de l'après-midi (Fig. 2B). Les conditions météorologiques les plus défavorables pour l'intensité d'observation sont caractérisées par un ensoleillement maximum ou une faible pluviosité.

Nous avons aussi étudié directement les dates des observations pour les comparer entre protocoles, espèces et sexes. Afin de mesurer la phénologie de la reprise d'activité, cette analyse est restreinte au premier pic d'activité, soit entre le jour 90 et le jour 131 inclus. Une analyse de variance (ANOVA) des dates d'observation met en évidence une différence significative entres espèces ($F_{7,607} = 4,51$, $p < 0,0001$) mais pas entre protocoles ($F_{1,606} = 0,003$, $p = 0,95$). *Anguis fragilis* est le reptile le plus précoce, suivi de *Lacerta bilineata* et *Vipera aspis*, alors que l'espèce *Zamenis longissimus* est la plus tardive. Pour étudier l'impact du sexe, une seconde analyse de variance est réalisée en utilisant seulement *Anguis fragilis, Lacerta bilineata* et *Vipera aspis* car ces trois espèces possèdent des effectifs suffisants des deux sexes. Aucun effet du sexe n'est mis en évidence ($F_{1,248} = 2,49$, $p = 0,11$) quand on tient compte des différences entre espèces ($F_{2,248} = 9,20$, $p = 0,0001$). Finalement, deux espèces (*Lacerta bilineata* et *Vipera aspis*) sont suffisamment représentées pour permettre une comparaison de leurs dates d'observation sous abris et à vue. La phénologie de ces deux espèces présente des réponses différentes aux effets du protocole (ANOVA, interaction entre espèce et protocole, $F_{1,202} = 5,29$, $p = 0,02$). Les dates d'observation à vue versus sous plaques présentent un décalage positif d'environ deux jours pour *Lacerta bilineata* mais un décalage négatif d'environ trois jours pour *Vipera aspis* (Fig. 3).

D. Détectabilité et probabilité de présence des espèces

Un objectif majeur d'une étude semi-quantitative des populations de reptiles consiste à évaluer la présence ou l'absence d'une espèce sur un site. La probabilité de présence ou l'effectif d'une espèce ne peuvent être estimés « correctement » qu'à partir de méthodes permettant de calculer la détectabilité, qui peut varier entre sites, entre jours, entre espèces et au

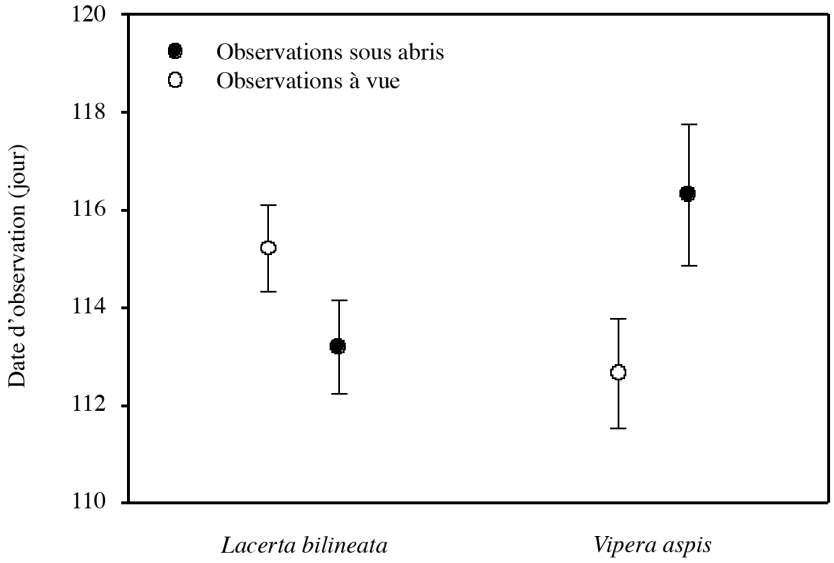


Figure 3 : Les dates moyennes des observations réalisées sous abris par rapport à celles réalisées à vue sont plus précoces pour *Lacerta bilineata* mais plus tardives pour *Vipera aspis*. Les données représentées sont les moyennes (± SE) des dates des observations par espèce et méthode de suivi.

Figure 3: Average capture dates (mean year day ± SE) per species and monitoring protocol (sightings and artificial shelters) in *Lacerta bilineata* and *Vipera aspis*.

sein d'une même espèce (Kéry & Schmidt 2008). Nous illustrons ici une première méthode permettant d'estimer la probabilité de détection de toutes les espèces et discutons d'une deuxième méthode permettant d'effectuer des tests de présence-absence par espèce.

1. Analyse de la probabilité de détection des espèces

Une méthode simple pour évaluer la probabilité de détection de chaque espèce consiste à mesurer la fréquence des visites de chaque transect où l'espèce a été observée conditionnellement à la présence avérée de l'espèce sur ce transect. Cette méthode a été employée pour l'étude de la probabilité de détection de trois espèces de serpents par prospection à vue par Kéry (2002). La probabilité calculée par espèce et par transect est ensuite analysée à l'aide d'une régression logistique pour tester les différences entre espèces, l'effet de la densité de l'espèce (mesurée ici comme le nombre maximum d'individus de cette espèce vus sur le transect par unité de distance) et entre transects (taille totale et nombre de plaques par unité

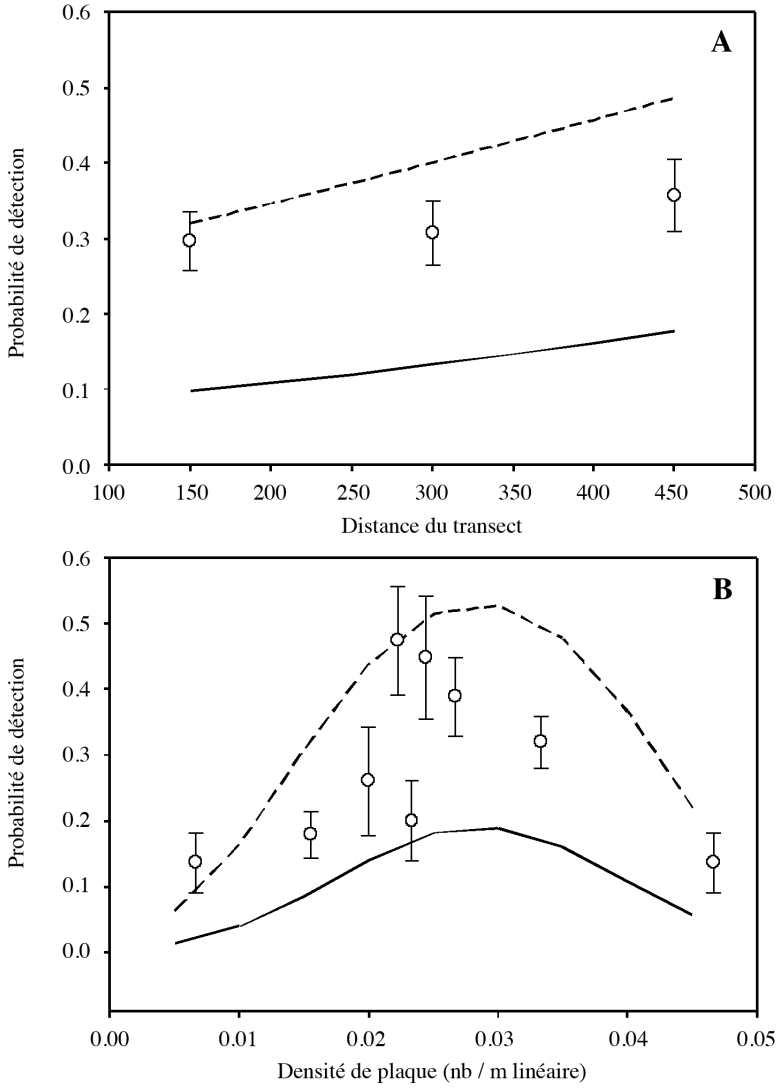


Figure 4 : Effet de la taille du transect (A) et de la densité de plaques (B) sur la détectabilité moyenne des espèces de reptiles calculée selon la méthode de Kéry (2002). Les données représentées sont les moyennes (± SE) des probabilités de détection et la prédiction du modèle logistique discuté dans le texte (trait plein = prédiction pour *Podarcis muralis*, trait hachuré = prédiction pour *Anguis fragilis*) qui tient compte des variations de probabilité de détection entre espèces, selon la taille du transect (effet linéaire) et selon la densité des plaques (effet quadratique).

Figure 4: Effects of transect length (A) and density of artificial shelters (B) on mean detection probability of reptiles species calculated after the method of Kéry (2002). Data are mean detection probabilities (± SE) and predictions from a logistic regression discussed in the main text (plain curve = prediction for *Podarcis muralis*, hatched curve = prediction for *Anguis fragilis*).

de distance). La détectabilité varie fortement entre espèces ($\chi^2 = 24,16$, ddl = 7, $p = 0,001$) et est significativement plus faible pour les espèces à faible effectif (*Coronella austriaca*, *Lacerta agilis*, *Zamenis longissimus*) par rapport aux espèces plus abondantes ($\chi^2 = 50,97$, ddl = 1, $p < 0,0001$). L'analyse des estimations du modèle montre que cette variation est due à une détectabilité plus forte de *Vipera aspis* et *Lacerta bilineata* même quand on tient compte de leur densité sur site. Indépendamment de ces variations entre espèces, la détectabilité moyenne augmente aussi avec la taille du transect ($\chi^2 = 18,07$, ddl = 1, $p < 0,0001$; Fig. 4A) et présente une relation quadratique avec la densité de refuges ($\chi^2 = 17,36$, ddl = 2, $p = 0,002$; Fig. 4B). Un optimum de détectabilité moyenne des espèces rencontrées requière un transect de longue taille et une densité de l'ordre de 1 plaque tous les 50 mètres.

2. Analyse de la probabilité de présence d'espèces

L'analyse de la probabilité de présence repose sur la modélisation des histoires de détection et de non-détection d'une espèce lors des visites successives d'un même transect. Nous avons calculé la probabilité de détection et de présence par transect et par visite à l'aide de la méthode de MacKenzie *et al.* (2002) pour chaque espèce en utilisant une approche de modélisation par maximum de vraisemblance. Nous utilisons ce modèle dans une version développée pour une espèce échantillonnée dans une seule saison et implémentée à l'aide du logiciel PRESENCE (Hines 2006). Le modèle est simplifié en testant si les différences entre ENS et entre visites sont significatives et en retirant les effets non significatifs. Nous avons appliqué cette méthode statistique à l'analyse de l'occupation des ENS pour *Vipera aspis* qui est une espèce abondante et facilement détectée et pour *Podarcis muralis* qui est ici une espèce plus rarement observée et moins fréquemment détectée. Le résultat de nos analyses est résumé dans le tableau IV. La probabilité de détection de l'espèce par visite est généralement observée comme constante mais est globalement faible (< 30 %). Les différences de probabilité de présence des transects entre ENS sont significatives dans tous les tests, même quand on ne considère que 7 visites par site au printemps. Le modèle prédit généralement une probabilité de présence supérieure au pourcentage des transects où l'espèce est vue surtout pour *Podarcis muralis* qui a une probabilité de détection plus faible.

Tableau IV : Résultats de l'analyse de la probabilité de détection et d'occupation d'un transect par la méthode de MacKenzie *et al*. (2002) pour deux espèces et les 16 transects de l'étude. La probabilité de détection est notée *p* et la probabilité de présence est notée ψ. Les abréviations signifient *t* = variable d'une visite à l'autre, *ct* = constant, et ENS = variable entre Espaces Naturels Sensibles (Tableau I pour les abréviations des ENS).

Table IV: Results of an analysis of detection and occupancy probabilities by the method of MacKenzie *et al*. (2002) for two species and 16 line transects. The detection probability is given by *p* and the occupancy is denoted ψ. Abbreviations are *t* = time dependent, *ct* = constant and ENS = variation between study areas (see Table I for the short name of each study area).

Espèce étudiée	Nombre de visites analysées	Meilleur modèle	Détection	Occupation
Vipera aspis	11-17	$p = t$; $\psi = ENS$	*p variable*	$\psi = 0.37$ *(BP)* $\psi = 1.00$ *(autres)*
Vipera aspis	7	$p = ct$; $\psi = ENS$	$p = 0.32$	$\psi = 0.36$ *(BP)* $\psi = 1.00$ *(autres)*
Podarcis muralis	11-17	$p = ct$; $\psi = ENS$	$p = 0.13$	$\psi = 0.50$ *(BP-CE)* $\psi = 0.00$ *(ME)* $\psi = 0.94$ *(Sorq)*
Podarcis muralis	7	$p = ct$; $\psi = ENS$	$p = 0.18$	$\psi = 0.57$ *(BP-CE)* $\psi = 0.00$ *(ME)* $\psi = 1.00$ *(Sorq)*

IV. DISCUSSION

A. Complémentarité des méthodes et conditions optimales de détection des reptiles

Les plaques constituent un équipement de choix pour l'étude de la présence et de l'abondance des espèces de reptiles comme l'ont conclu plusieurs des précédentes études (Foster & Gent 1996, Reading 1997, Foster 1999, Graitson & Naulleau 2005). En particulier, les plaques permettent d'obtenir des observations complémentaires de la prospection à vue pour les espèces étudiées. Nous montrons quantitativement que les plaques permettent de détecter la présence d'espèces difficilement observables en prospection directe, telle que *Anguis fragilis* et la majorité des serpents, corroborant ainsi les conclusions de travaux précédents (Naulleau 2002 pour *Elaphe longissima*, Graitson 2004a pour *Coronella austriaca*, Berney 2003, Graitson 2004a et b, Platenberg & Langton 1996, Riddell 1996 pour *Anguis fragilis* cités dans Graitson & Naulleau 2005). Les plaques n'ont pas la même attractivité pour les espèces de serpents. Par exemple, dans des milieux naturels des Alpes suisses et françaises, Kéry (2002) estime que la probabilité de détection à vue après 4 visites est de l'ordre de 31 % pour *Coronella austriaca* et 37 % pour *Natrix natrix* contre 65 % pour *Vipera aspis*. En accord

avec ces résultats, nos données indiquent aussi une proportion de détection à vue plus forte chez *Vipera aspis* que chez les deux autres espèces. Par ailleurs, la méthode des plaques permet de détecter en une seule occasion plusieurs espèces. Nous avons ainsi observé sous une même plaque une *Zamenis longissimus* juvénile, un *Lacerta bilineata* mâle, quatre *Natrix natrix* et quatre *Anguis fragilis* lors d'une unique inspection. Nos mesures microclimatiques montrent que les plaques en plastique armé noir possèdent des qualités remarquables pour la rétention de chaleur et le maintien d'une humidité relative plus élevée pendant les périodes climatiques sèches mais moins saturée pendant les périodes climatiques humides. Selon la météorologie, la plaque peut ainsi être utilisée comme abri, substrat de thermorégulation ou toiture chauffante.

Bien que les plaques fournissent de nombreuses données pour certaines espèces, elles démontrent une efficacité très limitée pour les Lacertidae. Leur faible détection sous plaque s'explique probablement par leur mode de vie héliophile et actif et par les micro-habitats plus diversifiés qu'ils peuvent utiliser pour thermoréguler ou comme refuges nocturnes. L'intérêt des abris est par ailleurs mitigé pour *Vipera aspis* car nous avons ici presque autant d'observations à vue que sous plaques. Ce résultat confirme des données quantitatives antérieures pour les observations de *Vipera aspis* dans la région de Chizé (Graitson & Naulleau 2005). Les prospections directes à vue restent donc indispensables et complémentaires des observations sous plaques pour ces espèces. Ainsi, les sub-adultes de *Lacerta bilineata* et les *Lacerta agilis* tous âges confondus n'ont été observés que par cette méthode de prospection.

Les caractéristiques du transect influencent de manière importante le succès de détection moyen des différentes espèces de reptiles. Premièrement, la détectabilité maximale est obtenue pour des transects contenant une plaque tous les 30 à 50 mètres et il n'est donc pas nécessaire d'équiper les transects de plus de plaques par unité de distance. Ces résultats pourraient s'expliquer par des mécanismes de « saturation » de l'usage des plaques lorsque celles-ci sont disposées dans les domaines vitaux des mêmes individus résidents. Reading (1997) montre un maximum pour la détectabilité pour *Anguis fragilis* et *Lacerta agilis* autour de densités d'un abri artificiel tous les 10 à 15 m environ dans des landes humides en Angleterre. La distance du cheminement affecte aussi de manière importante la détectabilité moyenne des reptiles. L'effet positif de la distance totale parcourue peut s'expliquer par l'augmentation du nombre total d'abris, du nombre de visites de domaines vitaux des différentes espèces inventoriées et du temps passé à prospecter. Des conclusions semblables ont

été obtenues dans deux études similaires conduites en Angleterre et dans les Alpes (Reading 1997, Kéry 2002). En pratique, la distance optimale du transect devra donc être déterminée par des contraintes logistiques (durée de la visite, nombre de transects, coût des plaques) et spatiales (taille des parcelles visitées, disponibilité en habitats favorables à la prospection).

Dans cette étude, les inventaires sont effectués dans des conditions optimales aux deux types de prospection lors de la reprise d'activité printanière, en début de journée et par temps globalement chaud mais nuageux. En Seine-et-Marne, les reptiles sont en général actifs entre mars et octobre mais la sortie d'hibernation est caractérisée par une forte activité des mâles reproducteurs puis des femelles reproductrices ; elle s'étale de mars à avril selon les espèces et est suivie d'une baisse d'activité sexuelle des mâles. Un protocole s'étalant au cours de la période typique d'appariement des espèces sur le secteur d'étude, entre avril et mai ici, permet donc de maximiser la détection par rapport à un suivi en début d'été. Cette tendance globale est toutefois susceptible de varier en fonction des conditions climatiques annuelles, de la région d'étude et du fait de différences de phénologie entre espèces, telle que ceux mis en évidence ici. Les conditions optimales d'observation en début de journée et sous couvert nuageux par temps chaud s'expliquent probablement par les comportements des lézards et des serpents. Les lézards et les serpents sont plus faciles à observer à vue lors des phases de thermorégulation en matinée ou en soirée par temps chaud (voir par exemple Foster 1999). Les serpents et *Anguis fragilis* détectés sous plaques utilisent celles-ci pour thermoréguler en début de journée, mais les abris artificiels sont fréquemment trop chauds en milieu de journée pour rester attractifs (Graitson 2004). L'activité plus prononcée des reptiles par temps chaud et nuageux que par temps froid et couvert ou inversement par temps caniculaire est par ailleurs un phénomène bien connu qui tire son origine de la dépendance thermique de la physiologie et du comportement de toutes ces espèces (par exemple Saint Girons 1985).

B. Application à des tests d'hypothèses biologiques

Tout en évaluant les conditions optimales de prospection des reptiles sur nos sites d'étude, nous avons utilisé les données récoltées lors des inventaires pour tester différentes hypothèses biologiques concernant la phénologie de la sortie d'hibernation et la distribution spatiale des espèces. La sortie d'hibernation des espèces est caractérisée par une reprise d'activité précoce des lézards par rapport aux serpents – un résultat explicable par la biologie et le cycle de reproduction de ces différentes espèces (Saint Girons 1982, 1984, 1985). Les

individus d'*Anguis fragilis* puis ceux de *Lacerta bilineata* sont les premiers à reprendre leur activité post-hivernale du fait que les mâles doivent terminer leur spermatogenèse au début du printemps pour pouvoir s'accoupler. Le pic d'activité de ces lézards à la sortie de l'hiver correspond donc ici *grosso modo* à la période d'activité sexuelle qui a été observée entre le 22 et 26 avril. *Vipera aspis* reprend son activité avant les espèces de serpents plus tardives que sont *Zamenis longissimus* et *Coronella austriaca* (Luiselli *et al.* 1996). Chez cette dernière espèce, la distribution des observations indique d'ailleurs un deuxième pic d'activité en juin comme chez *Natrix natrix*. Toutefois, aucun effet du sexe sur les dates d'observation n'a été mis en évidence chez *Lacerta bilineata*, *Anguis fragilis* et *Vipera aspis*, ce qui est surprenant car les rythmes endogènes sont généralement différents chez des mâles et des femelles des reptiles des zones tempérés (Saint Girons 1982, 1984). Dans la mesure où la méthode de suivi a relativement peu d'effet sur les dates d'observations de ces différentes espèces, des données collectées au printemps sur plusieurs années par observation à vue et sous plaques auraient un intérêt tout particulier pour tester les relations entre climat, phénologie de la reproduction et dynamique de la population (Saint Girons 1985).

Nos résultats mettent aussi en évidence un fort contraste spatial dans l'abondance et la présence des espèces de reptiles. Ce contraste spatial a été observé à la fois par des analyses semi-quantitatives de l'abondance des observations mais aussi par l'étude quantitative de la probabilité de présence pour deux espèces. Cette dernière analyse démontre l'intérêt de notre protocole pour mettre en évidence des différences d'occupation spatiale d'une espèce de reptiles entre milieux naturels. Les différences observées sont relativement bien prédites par la biologie des espèces et la nature des habitats (Fretey 1975). *Anguis fragilis* est ainsi plus fréquemment observé en milieu hétérogène de type clairière que sur sol sec en carrière ou dans le marais d'Episy alors que *Natrix natrix* est plus fréquente en milieux humides. *Podarcis muralis* est présent mais peu abondant sur tous les sites sauf dans le secteur du Marais d'Episy où il est visiblement absent alors que *Lacerta bilineata* est localement abondant et distribué dans tous les habitats prospectés. *Vipera aspis* est le serpent le plus abondant sur les quatre ENS sauf dans la plaine de Sorques. Cette observation est relativement intéressante car les zones d'étude se trouvent à la limite nord de l'aire de répartition nationale de cette espèce (Saint Girons 1989). Cependant, la forte abondance relative de *Vipera aspis* pourrait s'expliquer par des différences de détectabilité plutôt que d'abondance absolue dans la mesure où les vipères passent plus de temps que les couleuvres à thermoréguler (e.g., Ladyman *et*

al. 2003). La plaine de Sorques, un ENS à forte valeur patrimoniale, abrite toutes les espèces de l'étude dont une population localisée de *Zamenis longissimus* et de *Lacerta agilis*.

C. Limites de l'étude

Les effets des caractéristiques du transect ont été étudiés à l'aide de 16 réplications et nous ne sommes donc pas entièrement à l'abri d'effets confondants des variations spatiales entre habitats. Ainsi, il était difficile de répartir suffisamment de transects de toutes les longueurs par ENS du fait de la disponibilité en lisières (Tab. I). De même, l'effet quadratique de la densité de plaques sur la détectabilité est très sensible à une observation (transect BP3) dont on peut se demander si elle est représentative (Fig. 4B). Par ailleurs, il est important de distinguer entre observations et individus car les reptiles sont souvent vus au même endroit à quelques jours d'intervalle dans un rayon de plus ou moins quelques mètres (e.g., Reading 1997). La probabilité d'observer de manière répétée le même individu est fortement dépendante de l'espèce, de l'habitat et même, au sein de la même espèce, de la classe d'âge et du sexe de l'individu (e.g., Bentz 2002). Ainsi nous pouvons estimer que chez *Vipera aspis*, une espèce très thermophile, les femelles sont souvent cantonnées à un espace restreint au cours de la gravidité alors que les mâles et les femelles post-parturientes ou non reproductrices se déplacent plus fréquemment (Lourdais, com. pers.). Il nous est pour l'instant impossible de mesurer le biais introduit par une méthode semi-quantitative de comptage des observations plutôt que des individus mais nous comptons procéder dans la suite de nos travaux à des marquages individuels pour quantifier ce biais. Notons cependant que la manipulation et l'action de marquage des reptiles sont soumises en France à autorisation préfectorale ou ministérielle (Arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire). Enfin, un seul type d'abri artificiel a été testé dans cette étude (plastique armé noir Flexbelt) car ce matériel avait une attractivité connue pour les reptiles et est facilement stockable et transportable. Des matériaux alternatifs (bois, PVC) sont à l'étude depuis 2009 afin de quantifier et d'optimiser cet aspect du protocole (Foster & Gent 1996). Nos résultats préliminaires indiquent une attractivité différentielle de certains matériaux pour les espèces présentes dans notre région d'étude (Caron & Le Galliard, pers. obs.).

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le tableau V résume les caractéristiques principales de notre protocole standardisé qui permet d'estimer la probabilité de présence et de détection des espèces. La prospection en ligne le long de transects positionnés sur des lisières permet d'observer une grande diversité d'espèces. Les observations sous plaques et à vue offrent des résultats complémentaires : les observations sous plaques renseignent sur les serpents et *Anguis fragilis*, alors que les prospections directes offrent des observations sur la présence des lézards héliophiles. Une prospection par plusieurs visites espacées de quelques jours tout au long du printemps permet d'observer toutes les espèces de reptiles selon leurs dates d'émergence. La longueur des cheminements doit être la plus grande possible mais une fréquence de plaques tous les 30-50 mètres semble être optimale. Si le suivi doit être adopté à une grande échelle spatiale, une standardisation de la distance des cheminements autour d'une valeur de 500 m permettrait de diminuer les variations spatiales de détectabilité et donc faciliterait les comparaisons statistiques. L'heure optimale de visite des transects en Sud Seine-et-Marne semble être le matin

Tableau V : Récapitulatif des conditions optimales du protocole standardisé pour l'inventaire des populations de reptiles en Seine-et-Marne.

Table V: Overview of the optimal conditions for the standardised protocol to monitor reptiles in Seine-et-Marne.

Caractéristiques et commentaires
Transect en ligne de 450 à 500 mètres au moins. Optimiser la distance selon le coût et la disponibilité en surface et si possible à homogénéiser entre les sites.
Plaques disposées en lisière et en orientation Sud à Sud-Est. Densité optimale d'environ une plaque tous les 30-50 mètres. Matériel de la plaque à homogénéiser entre les transects, idéalement du plastique noir Flexbelt.
Sortir par temps chaud en évitant les temps trop ensoleillés ou les jours de pluie. Commencer la prospection vers 8-10 heures du matin et réaliser les prospections dans la matinée. Noter la nébulosité, la température et la force du vent.
Parcourir le transect à allure réduite (30 mètres par minute environ) et noter les observations en lisière aussi bien qu'au sol au niveau des buissons. Toute observation devra être différenciée entre observation sur plaque ou à vue. Les observations sous plaques devront être, si possible, accompagnées d'une photo. Pour les espèces dont le dimorphisme sexuel et/ou d'âge est marqué, noter le sexe et/ou l'âge approximatif.
Réaliser un nombre homogène de visites par transect pendant la période des accouplements, soit entre mars/avril à mai/juin dans la zone d'étude. Un nombre de visites d'au moins 5-7 par transect serait recommandé mais le nombre exact de visites dépend des objectifs de l'étude et des contraintes du protocole.

pendant le printemps et la prospection est plus efficace par temps couvert à nuageux. Il est pensable que ces recommandations soient appropriées pour des protocoles de suivi des reptiles dans les régions du Nord, du Centre-Ouest et de l'Est de la France – c'est-à-dire dans des climats plutôt froids et humides par rapport aux régions méditerranéennes. Il nous reste toutefois à tester l'efficacité de ce protocole dans d'autres régions de France et à mesurer notre capacité à étudier la dynamique des populations par des suivis pluriannuels conduits sur les mêmes transects.

Remerciements. – Nous tenons particulièrement à remercier le Conseil Général de Seine-et-Marne et Sylvestre Planck et Christian Desmiers de l'équipe technique des ENS pour le soutien logistique et les conseils. Nous remercions aussi chaleureusement Robert Barbault, Ivan Ineich, Olivier Lourdais, Claude Miaud ainsi qu'un correcteur anonyme pour leurs précieuses remarques. Ce projet a bénéficié d'un financement de la Région Ile-de-France (R2DS 2007-06) accordé à Jean-François Le Galliard.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anderson D.R. Burnham K.P. & Crain B.R. 1985 – Estimating population size and density using line transect sampling. *Biometrical J.,* 27: 723-731.

Bentz G. 2002 – La vipère péliade *Vipera berus* à Trébeurden, Côtes d'Armor : Adaptation de la stratégie de thermorégulation aux mauvaises conditions météorologiques. *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Mar*., 9: 225-235.

Foster J. 1999 – Reptile Survey. An Introduction to Planning, Conducting and Interpreting Survey for Snake and Lizard Conservation. Froglife.

Foster J. & Gent A., eds 1996 – Reptile Survey Methods: Proceedings of a Seminar held on 7 November 1995 at the Zoological Society of Londons's Meeting Rooms, Regent's Park, London. English Nature, Peterborough, UK.

Fretey J. 1975 – Guide des Reptiles et Batraciens de France. Hatier, Paris.

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 1997 – Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Paris, France.

Graitson E. 2004 – Résultats d'un inventaire des reptiles par la méthode des "plaques refuges" en Région wallonne. *Nat. Mosana,* 56: 73-83.

Graitson E. & Naulleau G. 2005 – Les abris artificiels : un outil pour les inventaires herpétologiques et le suivi des populations de reptiles. *Bull. Soc. Herp. Fr*., 115: 5-22.

Guisan A. & Hofer U. 2003 – Predicting reptile distributions at the mesoscale: relation to climate and topography. *J. Biogeogr*., 30: 1233-1243.

Hines J.E. 2006 – PRESENCE 2.0. Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC : http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html.

Kéry M. 2002 – Inferring the absence of a species - A case study of snakes. *J. Wildl. Manage*., 66: 330-338.

Kéry M. & Schmidt B.R. 2008 – Imperfect detection and its consequences for monitoring for conservation. *Comm. Ecol*., 9: 207-216.

Ladyman M., Bonnet X., Lourdais O., Bradshaw D. & Naulleau G. 2003 – Gestation, thermoregulation, and metabolism in a viviparous snake, *Vipera aspis*: evidence for fecundity-independent costs. *Physiol. Biochem. Zool*., 76: 497-510.

Le Galliard J.-F., Massot M., Baron J.-P. & Clobert J. 2010 – Ecological effects of climate change on European reptiles. *In* Brodie J.F., Post E. & Doak D. (eds), Conserving wildlife populations in a changing climate. University of Chicago Press.

Lourdais O., Bonnet X., Guillon M. & Naulleau G. 2004 – Climate affects embryonic development in a viviparous snake, *Vipera aspis*. *Oikos*, 104: 551-560.

Luiselli L., Capula M. & Shine R. 1996 – Reproductive output, costs of reproduction, and ecology of the smooth snake, *Coronella austriaca*, in the eastern Italian Alps. *Oecologia*, 106.

MacKenzie D.I., Nichols J.D., Lachman G.B., Droege S., Royle J.A. & Langtimm C.A. 2002 – Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83: 2248-2255

Marquis O., Massot M. & Le Galliard J.-F. 2008 – Intergenerational effects of climate generate cohort variation in lizard reproductive performance. *Ecology*, 89: 2575-2583.

JNCC 2004 – Common Standards Monitoring Guidance for Reptiles and Amphibians, Version February 2004, ISSN 1743-8160.

Reading C.J. 1997 – A proposed standard method for surveying reptiles on dry lowland heath. *J. Appl. Ecol*., 34: 1057-1069.

Saint Girons H. 1982 – Reproductive cycles of male snakes and their relationships with climate and female reproductive cycles. Herpetologica, 38: 5-16.

Saint Girons H. 1984 – Les cycles sexuels des lézards mâles et leurs rapports avec le climat et les cycles reproducteurs des femelles. *Ann. Sci. Nat., Zool*., 6: 221-243.

Saint Girons H. 1985 – Influence des facteurs de l'environnement sur les cycles annuels et reproducteurs des reptiles. *Bull. Soc. Zool. Fr*., 110: 307-319.

Saint Girons H. 1989 – *Vipera aspis* (Linné, 1758). Vipère aspic. p. 191. *In* Castanet J. & Guyétant R. (eds), Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France. Société Herpétologique de France, Paris.

Venables W.N. & Ripley B.D. 2002 – Modern Applied Statistics with S. Springer Verlag, Berlin.

Manuscrit accepté le 28 janvier 2010

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 27-46

La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens

par

Tony DEJEAN [1,2], Claude MIAUD [2] & Martin OUELLET [3]

[1] Parc naturel régional Périgord-Limousin
24450 La Coquille (France)
t.dejean@pnrpl.com

[2] Université de Savoie
UMR CNRS 5553, Laboratoire d'Écologie Alpine
73376 Le-Bourget-du-Lac (France)
claude.miaud@univ-savoie.fr

[3] Amphibia-Nature
469 route d'Irlande
Percé, Québec G0C 2L0 (Canada)
mouellet@amphibia-nature.org

Résumé – Les amphibiens traversent actuellement une crise sans précédent. Près d'un tiers des plus de 6500 espèces recensées dans le monde sont aujourd'hui menacées d'extinction. L'un des facteurs responsables de ce déclin est une maladie infectieuse émergente, la chytridiomycose, provoquée par le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis*. Ce champignon se développe sur la kératine des amphibiens (pièces buccales des têtards, épiderme des juvéniles et des adultes). À ce jour, il a été détecté sur 387 espèces dans 45 pays, en provoquant d'importants foyers de mortalité dans au moins 7 d'entre eux. Il existe actuellement deux hypothèses principales non exclusives permettant d'expliquer l'émergence récente de la chytridiomycose : 1) ce champignon aurait été récemment introduit dans de nouvelles aires géographiques (via l'augmentation du commerce international et les espèces invasives) et provoquerait la mortalité des espèces locales sensibles, 2) ce champignon serait naturellement cosmopolite et sa virulence et/ou la sensibilité des espèces d'amphibiens pourraient varier en fonction des conditions environnementales (en relation avec les changements climatiques ou en synergie avec d'autres facteurs comme les polluants). En France, *B. dendrobatidis* a été identifié sur une espèce connue pour être réservoir du champignon dans son aire naturelle : la Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*). En 2006, ce champignon a été associé à une mortalité massive d'amphibiens dans les Pyrénées françaises. Cet article a pour objectif de présenter les caractéristiques biologiques de *B. dendrobatidis* et les connaissances épidémiologiques actuelles, dont l'acquisition est encore dans sa phase initiale en Europe.

Mots-clés : chytridiomycose, chytride, *Batrachochytrium dendrobatidis*, champignon, maladie infectieuse émergente, amphibiens, Europe.

Summary – The chytridiomycosis: an emerging disease of amphibians. Amphibians face an unprecedented crisis. One-third of more than the 6500 species described in the world are today threatened by extinction. One of the proximal factors of this decline is an emergent infectious disease, chytridiomycosis, caused by the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. This fungus develops on the

keratin of amphibians (buccal parts of tadpoles, skin of juveniles and adults). By now, it has been detected on 387 species in 45 countries, with mass mortalities in at least 7 of them. There are two main non-exclusive hypotheses to explain the recent emergence of chytridiomycosis: 1) this fungus was recently introduced into new geographical areas (via increased international trade and invasive species) and would lead to the death of native species sensitive to the pathogen, 2) this fungus would be naturally widespread and its virulence and\or the susceptibility of amphibian species would vary according to environmental conditions (in connection with climate change or synergy with other factors such as pollutants). In France, *B. dendrobatidis* was identified on one reservoir species of the fungus in its natural range: the American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). In 2006, this fungus was associated with massive mortality of amphibians in the French Pyrénées. This paper aims to present the main biological features of *B. dendrobatidis* and the current epidemiological knowledge, the acquisition of which is still in its initial phase in Europe.

Key-words: chytridiomycosis, chytrid, *Batrachochytrium dendrobatidis*, fungus, emerging infectious disease, amphibians, Europe.

I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les populations d'amphibiens traversent, à l'échelle mondiale, une crise sans précédent (Houlahan *et al.* 2000, Wake & Vredenburg 2008). En moins de 30 ans, plus de 120 espèces semblent s'être éteintes et 435 ont fortement régressé (Stuart *et al.* 2004). Aujourd'hui, près d'un tiers des plus de 6500 espèces d'amphibiens recensées dans le monde sont menacées d'extinction (IUCN 2009). À titre de comparaison, un oiseau sur huit et un mammifère sur quatre possèdent un niveau de vulnérabilité comparable.

La synthèse menée par Stuart *et al.* (2004) a permis de démontrer que la dégradation des habitats et la surexploitation des amphibiens pour l'alimentation ou le commerce des Nouveaux Animaux de Compagnie (NAC) étaient responsables de 54 % des déclins observés depuis 1980. Dans les autres cas, aucune cause apparente n'a pu être attribuée et ces extinctions et chutes de populations sont restées pendant de nombreuses années énigmatiques. En effet, celles-ci se sont parfois produites dans des zones protégées, comme dans les forêts tropicales montagneuses d'Amérique Centrale ou d'Australie, où aucune atteinte directe à l'environnement n'avait été observée. Une grande partie de ces « déclins énigmatiques » a désormais pu être attribuée à une maladie infectieuse émergente, la chytridiomycose, provoquée par le champignon pathogène, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Berger *et al.* 1998, Carey *et al.* 2003, Lips *et al.* 2006, Schloegel *et al.* 2006). La chytridiomycose est aujourd'hui considérée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature comme étant la pire maladie infectieuse jamais observée chez des vertébrés, en terme de nombre d'espèces infectées et de tendance à les conduire à l'extinction (Gascon *et al.* 2007).

II. *BATRACHOCHYTRIUM DENDROBATIDIS* : L'AGENT PATHOGÈNE

L'agent étiologique de la chytridiomycose a été isolé pour la première fois en 1997 à partir d'un Dendrobate bleu (*Dendrobates azureus*) trouvé mort dans un parc zoologique américain. Il a été placé dans un nouveau genre *Batrachochytrium* et ainsi nommé *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore *et al.* 1999). Ce champignon appartient à la division des Chytridiomycotes, à la classe des Chytridiomycètes et à l'ordre des Chytridiales, ou Chytrides (Kirk *et al*. 2001). Les chytrides sont des champignons hétérotrophes, ubiquistes et cosmopolites, qui vivent principalement dans l'eau et le sol (Powell 1993). Ils sont saprophytes ou parasites et survivent en dégradant la cellulose, la chitine ou la kératine de plantes ou d'animaux. Il existe près de 1000 espèces de chytrides dans le monde (James *et al.* 2006). *Batrachochytrium dendrobatidis* est le seul membre de la division des Chytridiomycotes parasitant des vertébrés (Berger *et al.* 1998). Il s'attaque spécifiquement à la kératine des amphibiens (Berger *et al.* 1999).

Batrachochytrium dendrobatidis se présente sous deux formes : la zoospore, phase mobile de l'infection, et le sporange, stade multiplicateur du champignon (Berger *et al.* 1998, 2005a ; Fig. 1). La zoospore est constituée d'une tête sphérique (de 3 à 5 µm de diamètre) et d'un flagelle (de 19 à 20 µm de long) (Longcore *et al.* 1999). Ses déplacements dans le milieu aquatique sont relativement limités (moins de 2 cm ; Piotrowski *et al.* 2004). Au contact de la couche superficielle de l'épiderme d'un amphibien (*stratum corneum*), la zoospore s'enkyste. Elle résorbe alors son flagelle et des rhizoïdes apparaissent, permettant ainsi l'apport de nutriments et le développement du sporange. Au bout de 4 à 5 jours, le sporange est mature. Il mesure alors 10 à 40 µm de diamètre et est composé de nombreuses zoospores qui vont être libérées à la surface de l'épiderme via un tube de décharge, afin de coloniser d'autres parties du corps de l'hôte, ou d'autres individus.

Batrachochytrium dendrobatidis est un champignon exclusivement aquatique. En l'absence d'eau, sa durée de vie est de moins de 3 heures (Johnson *et al.* 2003). Dans un environnement aquatique stérile, le champignon est capable de survivre pendant 7 à 12 semaines en l'absence d'amphibiens (Johnson & Speare 2003, 2005). En culture, *B. dendrobatidis* peut se développer à partir de 4° C (Piotrowski *et al.* 2004). Sa croissance est plus rapide entre 17 et 25° C, et optimale à 23° C. Le champignon meurt au-delà de 30° C (Longcore *et al.* 1999).

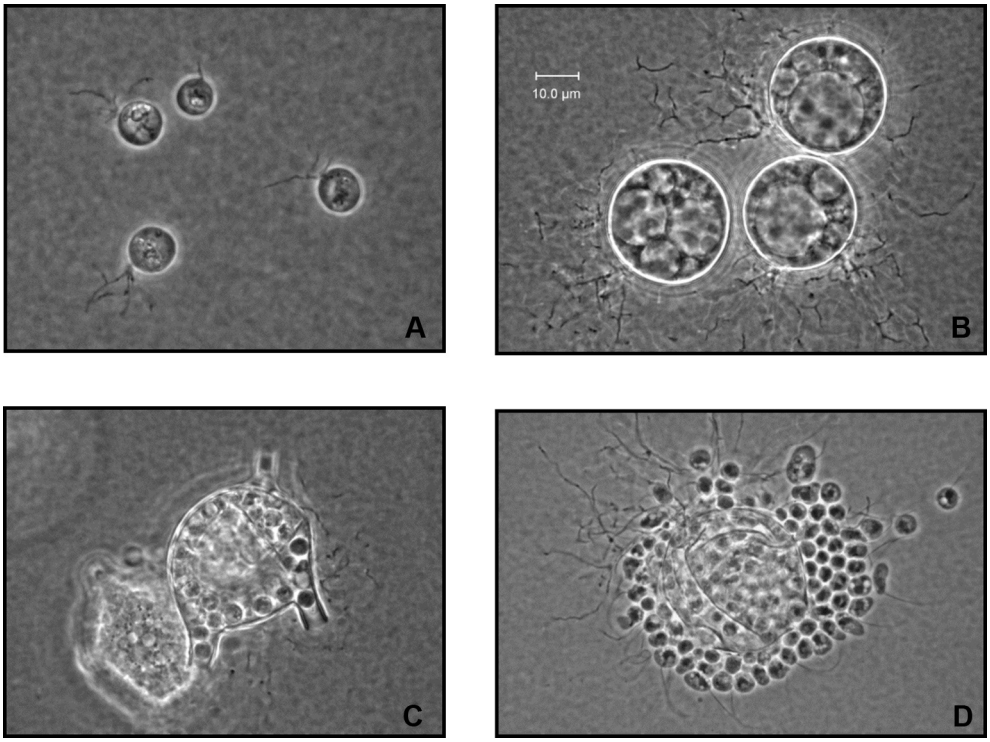


Figure 1 : Développement de *Batrachochytrium dendrobatidis* (1% tryptone agar). A - Les zoospores enkystées forment des rhizoïdes ; B - Développement du sporange ; C - Sporange avec des tubes de décharge ; D - Libération des zoospores uniflagellées. Photographies de Joyce Longcore, avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Figure 1: Growth of *Batrachochytrium dendrobatidis* (1% tryptone agar). A - Encysted zoospores form rhizoids; B - Growth of sporangia; C - Sporangia with discharge tubes; D - Discharge of uniflagellar zoospores. Photographs by Joyce Longcore, reprinted with permission of the author.

III. CHYTRIDIOMYCOSE : LA MALADIE

Batrachochytrium dendrobatidis est un agent pathogène généraliste qui a été observé à ce jour sur 387 espèces d'amphibiens dans le monde (Fisher *et al.* 2009b). Il existe une grande variabilité de réponse à l'infection selon les espèces. Certains amphibiens, comme la Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*), le Xénope lisse (*Xenopus laevis*) ou la Salamandre tigrée (*Ambystoma tigrinum*) sont porteurs sains du champignon (Davidson *et al.* 2003, Daszak *et al.* 2004, Weldon *et al.* 2004). Ils sont ainsi de véritables réservoirs naturels de la maladie. À l'inverse, d'autres espèces sont fortement sensibles à l'infection et lors d'inoculations expérimentales, *B. dendrobatidis* est capable de causer un taux de létalité allant jusqu'à

100 % (Berger *et al.* 1999, Nichols *et al.* 2001, Carey *et al.* 2006). La présence de bactéries symbiotiques ou de certains peptides antimicrobiens à la surface de l'épiderme pourrait être à l'origine de la résistance de certaines espèces à l'infection (Rollins-Smith *et al.* 2002a, b, c, 2006, Rollins-Smith & Conlon 2005, Harris *et al.* 2006, Woodhams *et al.* 2006a, b, 2007a, b). En laboratoire, la mort d'un amphibien atteint de chytridiomycose peut survenir entre 7 et 87 jours après exposition, selon la souche utilisée, la dose inoculée et les conditions externes (Berger *et al.* 1998, Longcore *et al.* 1999, Lamirande & Nichols 2002, Berger *et al.* 2004, 2005b, Retallick & Miera 2007, Fischer *et al.* 2009a). Chez la Rainette de White (*Litoria caerulea*), la mort est provoquée par une inhibition partielle du transport d'électrolytes à travers l'épiderme conduisant à une asystolie cardiaque (Voyles *et al.* 2007, 2009).

La pathogénicité de *B. dendrobatidis* varie également en fonction du stade de développement des individus infectés. Chez le têtard, qui possède de la kératine uniquement au niveau du disque oral, la chytridiomycose n'est pas mortelle (Berger *et al.* 1998, Rachowicz & Vredenburg 2004). Elle provoque seulement une dépigmentation des pièces buccales (Knapp & Morgan 2006, Padgett-Flohr & Goble 2007). Au cours du développement larvaire, l'infection gagne progressivement les membres antérieurs puis postérieurs (Garner *et al.* 2009). Les individus nouvellement métamorphosés, dont l'épiderme est entièrement kératinisé, sont hautement sensibles à l'infection. Lors d'inoculations expérimentales, ils meurent en masse au cours des 4 semaines suivant la métamorphose (Berger *et al.* 1998, Lamirande & Nichols 2002, Marantelli *et al.* 2004, Rachowicz *et al.* 2006). Les expérimentations menées par Lamirande & Nichols (2002) sur le Dendrobate à tapirer (*Dendrobates tinctorius*), ont permis de montrer que les adultes étaient plus résistants à l'infection que les stades post-métamorphiques et sub-adultes. À ce dernier stade de développement, *B. dendrobatidis* se localise principalement au niveau de la zone pelvienne et des orteils (Berger *et al.* 2005c, Puschendorf & Bolaños 2006). Les signes cliniques observés sur les individus atteints de chytridiomycose sont des changements de comportements (léthargie, manque d'appétit), des troubles neurologiques (perte de réflexes) et des lésions cutanées (Berger *et al.* 1998, 1999, 2005c, Daszak *et al.* 1999, Pessier *et al.* 1999, Nichols *et al.* 2001). Le spectre de lésions observées varie d'une ternissure et coloration inégale de la peau, à une hyper kératinisation, une succession excessive de mues et parfois à des ulcérations. Ces signes cliniques ne sont pas spécifiques à la chytridiomycose et ne permettent donc que de suspecter la présence de la maladie.

Il existe deux techniques permettant de diagnostiquer de manière fiable la présence de *B. dendrobatidis* sur un amphibien. L' analyse moléculaire, visant à mettre en évidence la présence de fragments d'ADN spécifiques à *B. dendrobatidis* à partir de frottis cutanés (sur l'épiderme ou au niveau du disque oral des têtards) (Boyle *et al.* 2004, Retallick *et al.* 2006, Hyatt *et al.* 2007). L' analyse histologique de l'épiderme, permettant chez les individus métamorphosés de révéler la présence de sporanges au niveau du *stratum corneum* (Berger *et al.* 1998, Ouellet *et al.* 2005 ; Fig. 2).

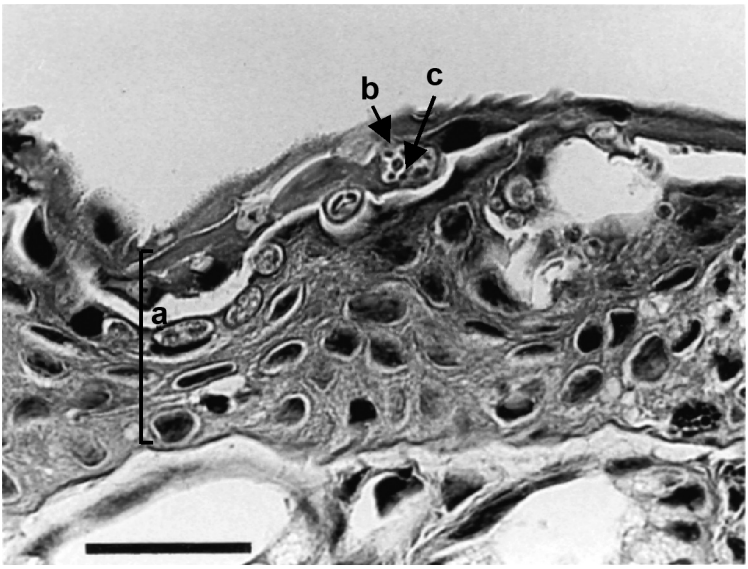


Figure 2 : Coupe histologique de l'épiderme d'un orteil de Grenouille verte (*Lithobates clamitans*) infectée par *Batrachochytrium dendrobatidis* provenant de la Réserve de biosphère du mont Saint-Hilaire, Québec. Le *stratum corneum* (a) contient des sporanges (b) et des zoospores (c). Photo : Martin Ouellet, barre = 50 µm.

Figure 2: Histological section of the toe skin of a Green Frog (*Lithobates clamitans*) infected by *Batrachochytrium dendrobatidis* from the Mont Saint-Hilaire Biosphere Reserve, Québec. The *stratum corneum* (a) contains sporangia (b) and zoospores (c). Picture: Martin Ouellet, bar = 50 µm.

IV. ÉPIDÉMIOLOGIE

À ce jour, *B. dendrobatidis* a été détecté dans 45 pays (58 % des pays où des prélèvements ont été effectués), sur 387 espèces d'amphibiens (50 % des espèces échantillonnées ; Fisher *et al*. 2009b ; Fig. 3). En Europe, 27 espèces sont connues pour être porteuses de ce champignon (19 anoures et 8 urodèles ; Tab. I).

Figure 3 : Répartition connue de *Batrachochytrium dendrobatidis* dans le monde en 2009 (pays infectés en gris), d'après Aanensen *et al.* 2009.

Figure 3: Known distribution of *Batrachochytrium dendrobatidis* in the world in 2009 (infected countries in grey), from Aanensen *et al.* 2009.

Tableau I : Liste des espèces européennes d'amphibiens infectées par *Batrachochytrium dendrobatidis* (* espèces présentes en France).

Table I: List of European species of amphibians infected by *Batrachochytrium dendrobatidis* (* species present in France).

Nom scientifique	**Nom français**	**Pays où *B. dendrobatidis* a été détecté**	**Source**
Alytes muletensis	Alyte de Majorque	Espagne	Walker *et al*. 2008
*Alytes obstetricans**	Alyte accoucheur	Espagne, France, Suisse	Bosch *et al*. 2001 ; Garner *et al*. 2005 ; S. Walker, comm. pers.
*Bombina variegata**	Sonneur à ventre jaune	Italie	Stagni *et al*. dans Aanensen *et al*. 2009
*Bufo bufo**	Crapaud commun	Espagne, Royaume-Uni	Garner *et al*. 2005 ; Bosch & Martinez-Solano 2006 ; J. Bosch, comm. pers. ; S. Walker, comm. pers.
*Bufo calamita**	Crapaud calamite	Espagne, Royaume-Uni	T. Garner, comm. pers. ; S. Walker, comm. pers.
*Calotriton asper**	Calotriton des Pyrénées	Espagne	S. Walker, comm. pers.
Discoglossus galganoi	Discoglosse de Galgano	Espagne	S. Walker, comm. pers.
Euproctus platycephalus	Euprocte de Sardaigne	Italie	Bovero *et al*. 2008
*Hyla arborea**	Rainette verte	Espagne	S. Walker, comm. pers.
*Hyla meridionalis**	Rainette méridionale	Espagne	S. Walker, comm. pers.
*Hyla sarda**	Rainette sarde	Italie	S. Bovero, comm. pers.
*Ichthyosaura alpestris**	Triton alpestre	Espagne, Suisse	Garner *et al*. 2005 ; S. Walker, comm. pers.
*Lissotriton helveticus**	Triton palmé	Espagne	S. Walker, comm. pers.
*Lissotriton vulgaris**	Triton ponctué	Royaume-Uni	Garner *et al*. 2005
*Lithobates catesbeianus**	Grenouille taureau	France, Italie, Royaume-Uni	Garner *et al*. 2006 ; Adams *et al*. 2008
*Pelobates cultripes**	Pélobate cultripède	Espagne	S. Walker, comm. pers.
Pelophylax kl. *esculentus**	Grenouille verte	Allemagne, Danemark, Italie, Suisse	Adams *et al*. 2008 ; Federici *et al*. 2008 ; Scalera *et al*. 2008 ; A. Hettyey, dans Aanensen *et al*. 2009 ; U. Reyer, dans Aanensen *et al*. 2009

Nom scientifique	Nom français	Pays où *B. dendrobatidis* a été détecté	Source
*Pelophylax lessonae**	Grenouille verte de Lessona	Italie, Suisse	Garner *et al*. 2005 ; Simoncelli *et al*. 2005 ; Di Rosa *et al*. 2007
*Pelophylax perezi**	Grenouille verte de Perez	Espagne	Walker *et al*., comm. pers.
*Pelophylax ridibundus**	Grenouille rieuse	Suisse	Garner *et al*. 2005
Pleurodeles waltl	Pleurodèle de Waltl	Espagne, Portugal	J. Bosch, comm. pers. ; M.C. Fischer, comm. pers.
*Rana arvalis**	Grenouille des champs	Allemagne	Mutschmann *et al*. 2000
Rana iberica	Grenouille ibérique	Espagne	S. Walker, comm. pers.
Rana latastei	Grenouille de Lataste	Italie	Garner *et al*. 2005
*Rana temporaria**	Grenouille rousse	Danemark, Espagne, Hongrie	Garner *et al*. 2005 ; Scalera *et al*. 2008 ; S. Walker, comm. pers.
*Salamandra salamandra**	Salamandre tachetée	Espagne, France	Bosch & Martinez-Solano 2006 ; S. Walker, comm. pers.
*Triturus marmoratus**	Triton marbré	Espagne	S. Walker, comm. pers.

Dans certains pays, *B. dendrobatidis* a déjà provoqué une importante mortalité d'amphibiens. C'est le cas notamment dans les forêts tropicales montagneuses du Panama et du Costa Rica où *B. dendrobatidis* serait à l'origine de la disparition de 67 % des 110 espèces d'*Atelopus* endémiques des tropiques américains (Berger *et al.* 1998, Lips 1998, 1999, Lips *et al.* 2003, 2006, La Marca *et al.* 2005, Whitfield *et al.* 2007). *Batrachochytrium dendrobatidis* aurait également provoqué la mort d'amphibiens aux États-Unis (Bradley *et al.* 2002, Muths *et al.* 2003), au Venezuela (Bonaccorso *et al.* 2003), en Équateur (Berger *et al.* 1999), en Nouvelle-Zélande (Waldam *et al.* 2001) et en Australie (Berger *et al.* 1998, Schloegel *et al.* 2006). En Europe, les premiers cas de déclins de populations d'amphibiens attribuables à la chytridiomycose ont été observés chez l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*), dans le Parc naturel de Peñarala en Espagne (Bosch *et al.* 2001). Au cours des étés 1997 à 1999, *B. dendrobatidis* aurait fait disparaître cette espèce dans 86 % des sites où elle était présente les années précédentes. Dans ce même parc, une mortalité de la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) et du Crapaud commun (*Bufo bufo*) a été observée de 2001 à 2003 (Bosch & Martinez-Solano 2006). Enfin, en France, *B. dendrobatidis* serait à l'origine d'une

mortalité massive de l'Alyte accoucheur et de la Salamandre tachetée observée en 2006 dans les Pyrénées (S. Walker, comm. pers.).

Cependant, *B. dendrobatidis* ne provoque pas de déclins d'amphibiens dans toutes les régions où il a été observé. Au Québec et dans le nord-est des États-Unis, par exemple, *B. dendrobatidis* est présent dans les populations de nombreuses espèces d'amphibiens depuis près de 50 ans sans toutefois provoquer de mortalité apparente (Ouellet *et al.* 2005, Longcore *et al.* 2007). En France, *B. dendrobatidis* a également été observé dans les populations de Grenouille taureau introduites en Gironde et dans le Loir-et-Cher, mais aucune mortalité d'espèces indigènes imputable à ce champignon n'a été rapportée à ce jour (Garner *et al.* 2006).

V. LES CAUSES DE L'ÉMERGENCE DE LA CHYTRIDIOMYCOSE

Plusieurs hypothèses sont actuellement proposées pour tenter d'expliquer l'émergence de la chytridiomycose au cours des dernières années.

Selon une première hypothèse, *B. dendrobatidis* aurait été récemment introduit dans de nouvelles aires géographiques et aurait alors provoqué une mortalité d'amphibiens dans des populations d'hôtes dites « naïves », c'est-à-dire jamais exposées auparavant à l'agent pathogène. Cette hypothèse est étayée par le fait que les différentes souches de *B. dendrobatidis* analysées à travers le monde possèdent une faible diversité génétique, ce qui suggère son expansion récente à partir d'un même point d'origine (Morehouse *et al.* 2003, Morgan *et al.* 2007, James *et al.* 2009). D'autre part, un grand nombre d'espèces d'amphibiens présentes dans les commerces et autres trafics internationaux sont porteuses de *B. dendrobatidis* et auraient ainsi pu contribuer à sa dispersion à grande échelle (Mazzoni *et al.* 2003, Weldon *et al.* 2004, Garner *et al.* 2006, Fischer & Garner 2007, Rowley *et al.* 2007). Parmi ces espèces figurent notamment le Crapaud bœuf (*Bufo marinus*), la Grenouille taureau et le Xénope lisse, qui ont été largement exportées au cours du siècle précédent et qui ont déjà établi des populations sauvages en Amérique, en Asie, en Australie, en Europe et en Océanie (Kupferberg 1997, Weldon *et al.* 2004, Ficetola *et al.* 2007, Fischer & Garner 2007). Selon Weldon *et al.* (2004), *B. dendrobatidis* pourrait être originaire du continent africain et le commerce international du Xénope lisse, utilisé depuis le début des années 1930 comme animal de laboratoire, aurait permis sa dissémination à travers le monde. En effet, le plus vieux cas de

chytridiomycose rapporté à ce jour a été observé sur un Xénope lisse capturé en 1938 en Afrique du Sud.

Cependant, dans certaines régions du monde, d'importants déclins d'amphibiens attribuables à *B. dendrobatidis* ont été observés sans qu'il n'y ait eu auparavant d'introduction d'amphibiens. C'est le cas notamment dans les forêts tropicales montagneuses d'Amérique Centrale. Selon Fisher et Garner (2007), ce sont les scientifiques qui auraient alors pu être les vecteurs d'introduction de l'agent pathogène. En effet, au cours des années 1980, les amphibiens présents dans cette région, et notamment les membres de la famille des Dendrobatidés, ont été hautement prisés et exportés par des chercheurs et des conservateurs de zoo (Gorzula 1996). Ils se sont alors retrouvés dans des jardins zoologiques où le Xénope lisse était présent depuis parfois plus de 20 ans (Fischer & Garner 2007). Au sein de ces établissements, l'agent pathogène aurait alors pu être transmis à des individus voués à être réintroduits dans le milieu naturel, ou contaminer du matériel destiné à être réutilisé sur le terrain. Cette contamination croisée, par l'intermédiaire de scientifiques, a été récemment montrée avec la transmission de *B. dendrobatidis* à l'Alyte de Majorque (*Alytes muletensis*) au cours d'un programme de renforcement de ces populations (Walker *et al.* 2008).

Selon une seconde hypothèse, *B. dendrobatidis* serait un champignon cosmopolite, présent de longue date dans de nombreuses régions du monde et l'émergence de la maladie serait due à des changements environnementaux récents (Rachowicz *et al.* 2005). Afin de conforter cette hypothèse, James *et al.* (2009) ont récemment démontré que des lignées de *B. dendrobatidis* identiques étaient présentes à la fois dans des populations saines et dans des populations en déclin, ce qui confirme que l'émergence de la maladie est dépendante du contexte. Berger *et al.* (2004) ont par exemple démontré que la température influençait la gravité des infections dues à *B. dendrobatidis*. Alors que la totalité des individus soumis à des températures de 17 et 23° C succombe à l'infection, 50 % de ceux exposés à 27° C survit. Des températures plus élevées (37° C pendant 16 heures) permettent même d'éliminer l'infection chez certaines espèces (Woodhams *et al.* 2003). Les changements climatiques pourraient également jouer un rôle dans l'émergence de la maladie (Laurance 2008). Selon Pounds *et al.* (2006), l'augmentation des températures observée au cours des années 1990 dans les forêts tropicales montagneuses d'Amérique Centrale aurait en effet permis la formation d'une couverture nuageuse épaisse, limitant ainsi les températures extrêmes (> 30° C) et favorisant la survie de l'agent pathogène. Pour Bosch *et al.* (2007), l'augmentation des tem-

pératures hivernales en montagne au cours des dernières années aurait également favorisé le développement de *B. dendrobatidis* et pourrait être responsable de la mortalité massive d'amphibiens observée récemment dans le Parc naturel de Peñarala en Espagne.

Les facteurs environnementaux pourraient également affecter les défenses immunitaires des amphibiens et ainsi les rendre plus sensibles à une infection par *B. dendrobatidis*. Raffel *et al.* (2006) ont par exemple démontré que les variations de température avaient une forte influence sur le système immunitaire des amphibiens (taux de lymphocytes, éosinophiles, neutrophiles et lysozymes). D'autres facteurs environnementaux, comme l'exposition à des doses sub-létales de pesticides, pourraient également diminuer la production de peptides antimicrobiens et ainsi rendre les individus plus sensibles à l'infection (Carey *et al.* 1999, Davidson *et al.* 2007).

Les hypothèses présentées précédemment ne sont pas exclusives et les études menées actuellement forcent à penser que l'émergence de la chytridiomycose est due à une combinaison de nombreux facteurs. Il semblerait que *B. dendrobatidis* ait été récemment disséminé à travers le monde, via notamment l'introduction d'espèces exotiques, et que son impact dépende à la fois du contexte environnemental et de la résistance des hôtes.

VI. CONCLUSION

La communauté scientifique est aujourd'hui fortement mobilisée sur la problématique de la chytridiomycose. L'interrogation de la base bibliographique *Web of Sciences*® montre l'évolution du nombre d'articles sur cette thématique depuis 1999 (Fig. 4).

Compte tenu de la répartition mondiale de *B. dendrobatidis* et des risques encourus par la batrachofaune, il est indispensable de prendre des précautions visant à limiter l'introduction et la dissémination de cet agent pathogène sur le territoire français. Ces mesures de précaution doivent passer par **1)** l'application de protocoles d'hygiène lors d'interventions en milieu aquatique ou lors de manipulations d'amphibiens en laboratoire (Dejean *et al.* 2007, Phillott *et al.* 2010), **2)** la mise en place de mesures de contrôles sanitaires lors d'importations d'espèces exotiques d'amphibiens, pour la terrariophilie notamment (en accord avec les préconisations du code sanitaire pour les animaux aquatiques publié par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale) et **3)** la mise en place de programmes d'éradication pour les

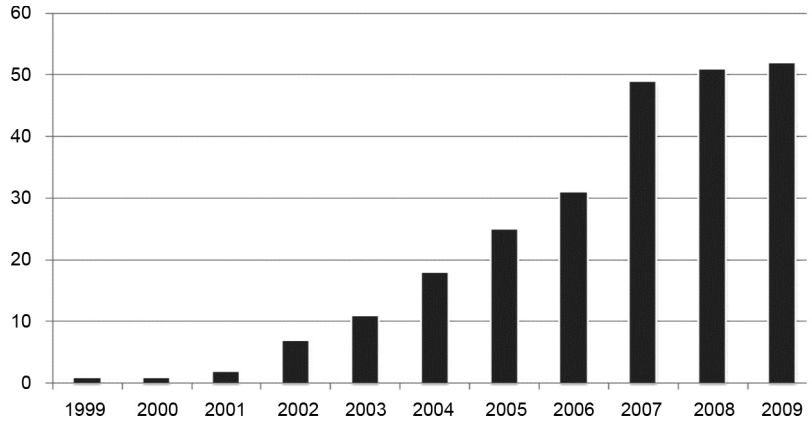


Figure 4 : Évolution du nombre de publications scientifiques dans la base de données *Web of Science*® pour l'interrogation « *Batrachochytrium dendrobatidis* » de 1999 à 2009.

Figure 4: Evolution of the number of scientific publications identified with the topic "*Batrachochytrium dendrobatidis*" in the *Web of Science*® database from 1999 to 2009.

espèces exotiques d'amphibiens connues pour être porteurs sains de l'infection, comme la Grenouille taureau ou le Xénope lisse.

Afin de connaître la situation de *B. dendrobatidis* en France (espèces porteuses, répartition, impact) et de proposer des mesures de gestions adaptées à cette problématique (protocole d'hygiène en ligne sur le réseau d'épidémio-surveillance), un programme d'étude et de surveillance des maladies des amphibiens en France à vu le jour en 2008. Ce programme est désormais intégré dans un programme de recherche européen sur la chytridiomycose (RACE : Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity, 2009-2012).

Remerciements – Nous tenons à remercier Marc Artois (École Nationale Vétérinaire de Lyon), Matthew Fischer (Imperial College of London), Patrick Galois (Amphibia-Nature), Trent Garner (Zoological Society of London), Ivan Ineich (MNHN), François Moutou (AFSSA Nancy), Alain Pagano (Université d'Angers), Sandrine Plenet (Université Claude Bernard - Lyon 1) et Dirk Schmeller (Station d'Écologie Expérimentale du CNRS de Moulis) pour la relecture de cette publication. Ce manuscrit a été rédigé dans le cadre du programme d'étude et de surveillance des maladies des amphibiens en France, mené par le Parc naturel régional Périgord-Limousin, en partenariat avec l'Université de Savoie, Amphibia-Nature (Québec), l'École Nationale Vétérinaire de Lyon, la Société Zoologique de Londres et le Parc delta del Pô (Italie). Ce programme est financé par l'Europe (FEDER Limousin), la Région Limousin, l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (Bourse CIFRE à TD) et la Commission Européenne (programme « Biodiversa »).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aanensen D.M., Olson D., Fisher M.C. & Spratt B.G. 2009 – *Batrachochytrium dendrobatidis* Global Mapping Project [www.spatialepidemiology.net/bd/]. Consulté le 27 août 2009.

Adams M.J., Galvan S., Scalera R., Grieco C. & Sindaco R. 2008 – *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibian populations in Italy. *Herpetol. Rev.*, 39: 324-326.

Berger L., Hyatt A.D., Speare R. & Longcore J.E. 2005a – Life cycle stages of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Dis. Aquat. Org.,* 68: 51-63.

Berger L., Marantelli G., Skerratt L.F. & Speare R. 2005b – Virulence of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* varies with the strain. *Dis. Aquat. Org.,* 68: 47-50.

Berger L., Speare R., Green D.E., Cunningham A.A., Goggin C.L., Slocombe R., Ragan M.A., Hyatt A.D., McDonald K.R., Hines H.B., Lips K.R., Marantelli G. & Parkes H. 1998 – Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 95: 9031-9036.

Berger L., Speare R., Hines H.B., Marantelli G., Hyatt A.D., McDonald K.R., Skerratt L.F., Olsen V., Clarke J.M., Gillespie G., Mahony M., Sheppard N., Williams C. & Tyler M.J. 2004 – Effect of season and temperature on mortality in amphibians due to chytridiomycosis. *Austr. Vet. J.,* 82: 434-439.

Berger L., Speare R. & Hyatt A. 1999 – Chytrid fungi and amphibian declines: overview, implications and future directions. *In* Campbell A. (ed.), Declines and disappearances of Australian frogs, pp. 23-33. Environment Australia, Canberra, Australia.

Berger L., Speare R. & Skerratt L.F. 2005c – Distribution of *Batrachochytrium dendrobatidis* and pathology in the skin of Green Tree Frogs *Litoria caerulea* with severe chytridiomycosis. *Dis. Aquat. Org.,* 68: 65-70.

Bonaccorso E., Guayasamin J.M., Mendez D. & Speare R. 2003 – Chytridiomycosis as a possible cause of population declines in *Atelopus cruciger* (Anura: Bufonidae). *Herpetol. Rev.,* 34: 331-334.

Bosch J., Carrascal L.M., Durán L., Walker S. & Fisher M.C. 2007 – Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane area of central Spain; is there a link? *Proc. R. Soc. B.,* 274: 253-260.

Bosch J. & Martinez-Solano I. 2006 – Chytrid fungus infection related to unusual mortalities of *Salamandra salamandra* and *Bufo bufo* in the Peñalara Natural Park, Spain. *Oryx,* 40: 84-89.

Bosch J., Martinez-Solano I. & Garcia-Paris M. 2001 – Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the Common Midwife Toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biol. Conserv.,* 97: 331-337.

Bovero S., Sotgiu G., Angelini S., Doglio S., Gazzaniga E., Cunningham A.A. & Garner T.W.J. 2008 – Detection of chytridiomycosis caused by *Batrachochytrium dendrobatidis* in the endangered Sardinian Newt (*Euproctus platycephalus*) in southern Sardinia, Italy. *J. Wildl. Dis.*, 44: 712-715.

Boyle D.G., Boyle D.B., Olsen V., Morgan J.A.T. & Hyatt A.D. 2004 – Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Dis. Aquat. Org.,* 60: 141-148.

Bradley G.A., Rosen P.C., Sredl M.J., Jones T.R. & Longcore J.E. 2002 – Chytridiomycosis in native Arizona frogs. *J. Wildl. Dis.,* 38: 206-212.

Carey C., Bradford D.F., Brunner J.L., Collins J.P., Davidson E.W., Longcore J.E., Ouellet M., Pessier A.P. & Schock D.M. 2003 – Biotic factors in amphibian population declines. *In* Linder G., Krest S.K. & Sparling D.W. (eds), Amphibian decline: an integrated analysis of multiple stressor effects, pp. 153-208. SETAC, Pensacola, Florida, USA.

Carey C., Bruzgul J.E., Livo L.J., Walling M.L., Kuehl K.A., Dixon B.F., Pessier A.P., Alford R.A. & Rogers K.B. 2006 – Experimental exposures of Boreal Toads (*Bufo boreas*) to a pathogenic chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *EcoHealth,* 3: 5-21.

Carey C., Cohen N. & Rollins-Smith L. 1999 – Amphibian declines: an immunological perspective. *Dev. Comp. Immunol.,* 23: 459-472.

Daszak P., Berger L., Cunningham A.A., Hyatt A.D., Green D.E. & Speare R. 1999 – Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerg. Infect. Dis.,* 5: 735-748.

Daszak P., Strieby A., Cunningham A.A., Longcore J.E., Brown C.C. & Porter D. 2004 – Experimental evidence that the Bullfrog (*Rana catesbeiana*) is a potential carrier of chytridiomycosis, an emerging fungal disease of amphibians. *Herpetol. J.,* 14: 201-207.

Davidson C., Benard M.F., Shaffer H.B., Parker J.M., O'Leary C., Conlon J.M. & Rollins-Smith L.A. 2007 – Effects of chytrid and carbaryl exposure on survival, growth and skin peptide defenses in Foothill Yellow-legged Frogs. *Environ. Sci. Technol.,* 41: 1771-1776.

Davidson E.W., Parris M., Collins J.P., Longcore J.E., Pessier A.P. & Brunner J. 2003 – Pathogenicity and transmission of chytridiomycosis in Tiger Salamanders (*Ambystoma tigrinum*). *Copeia,* 2003: 601-607.

Dejean T., Miaud C. & Ouellet M. 2007 – Proposition d'un protocole d'hygiène pour réduire les risques de dissémination d'agents infectieux et parasitaires chez les amphibiens lors d'intervention sur le terrain. *Bull. Soc. Herp. Fr.,* 122: 40-48.

Di Rosa I., Simoncelli F., Fagotti A. & Pascolini R. 2007 – The proximate cause of frog declines? *Nature*, 447: E4-E5.

Federici S., Clemenzi S., Favelli M., Tessa G., Andreone F., Casiraghi M. & Crottini A. 2008 – Identification of the pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibian populations of a plain area in the northwest of Italy. *Herpetol. Notes*, 1: 33-37.

Ficetola G.F., Coïc C., Detaint M., Berroneau M., Lorvelec O. & Miaud C. 2007 – Pattern of distribution of the American Bullfrog *Rana catesbeiana* in Europe. *Biol. Invasions,* 9: 767-772.

Fisher M.C., Bosch J., Yin Z., Stead D.A., Walker J., Selway L., Brown A.J.P., Walker L.A., Gow N.A.R., Stajich J.E. & Garner T.W.J. 2009a – Proteomic and phenotypic profiling of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* shows that genotype is linked to virulence. *Mol. Ecol.*, 18: 415-429.

Fisher M.C. & Garner T.W.J. 2007 – The relationship between the emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the international trade in amphibians and introduced amphibian species. *Fungal Biol. Rev.,* 21: 2-9.

Fisher M.C., Garner T.W.J. & Walker S. 2009b – Global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian chytridiomycosis in space, time, and host. *Annu. Rev. Microbiol*, 63: 291-310.

Garner T.W.J., Perkins M.W., Govindarajulu P., Seglie D., Walker S., Cunningham A.A. & Fisher M.C. 2006 – The emerging amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* globally infects introduced populations of the North American Bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Biol. Lett.,* 2: 455-459.

Garner T.W.J., Walker S., Bosch J., Hyatt A.D., Cunningham A.A. & Fisher M.C. 2005 – Chytrid fungus in Europe. *Emerg. Infect. Dis.*, 11: 1639-1640.

Garner T.W.J., Walker S., Bosch J., Leech S., Rowcliffe J.M., Cunningham A.A. & Fisher M.C. 2009 – Life history tradeoffs influence mortality associated with the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Oikos,* 118: 783-791.

Gascon C., Collins J.P., Moore R.D., Church D.R., McKay J.E. & Mendelson J.R. 2007 – Amphibian conservation action plan. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. 64 p.

Gorzula S. 1996 – The trade in dendrobatid frogs from 1987 to 1993. *Herpetol. Rev.*, 27: 116-123.

Harris R.N., James T.Y., Lauer A., Simon M.A. & Patel A. 2006 – Amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* is inhibited by the cutaneous bacteria of amphibian species. *EcoHealth,* 3: 53-56.

Houlahan J.E., Findlay C.S., Schmidt B.R., Meyer A.H. & Kuzmin S.L. 2000 – Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.

Hyatt A.D., Boyle D.G., Olsen V., Boyle D.B., Berger L., Obendorf D., Dalton A., Kriger K., Hero M., Hines H., Phillott R., Campbell R., Marantelli G., Gleason F. & Colling A. 2007 – Diagnostic assays and sampling protocols for the detection of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Dis. Aquat. Org.,* 73: 175-192.

IUCN 2009 – The IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org]. Consulté le 27 août 2009.

James T.Y., Letcher P.M., Longcore J.E., Mozley-Standridge S.E., Porter D., Powell M.J., Griffith G.W. & Vilgalys R. 2006 – A molecular phylogeny of the flagellated fungi (Chytridiomycota) and description of a new phylum (Blastocladiomycota). *Mycologia,* 98: 860-871.

James T.Y., Litvintseva A.P., Vilgalys R., Morgan J.A.T., Taylor J.W., Fisher M.C., Berger L., Weldon C., du Preez L. & Longcore J.E. 2009 – Rapid global expansion of the fungal disease chytridiomycosis into declining and healthy amphibian populations. *PLoS Pathog.,* 5: e1000458. doi:10.1371/journal.ppat.1000458.

Johnson M.L., Berger L., Philips L. & Speare R. 2003 – Fungicidal effects of chemical disinfectants, UV light, desiccation and heat on the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Dis. Aquat. Org.,* 57: 255-260.

Johnson M.L. & Speare R. 2003 – Survival of *Batrachochytrium dendrobatidis* in water: quarantine and disease control implications. *Emerg. Infect. Dis.,* 9: 922-925.

Johnson M.L. & Speare R. 2005 – Possible modes of dissemination of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in the environment. *Dis. Aquat. Org.,* 65: 181-186.

Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C. & Stalpers J.A. 2001 – Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 9th ed. CABI publishing, CAB International, Oxon, United Kingdom. 655 p.

Knapp R.A. & Morgan J.A.T. 2006 – Tadpole mouthpart depigmentation as an accurate indicator of chytridiomycosis, an emerging disease of amphibians. *Copeia,* 2006: 188-197.

Kupferberg S.J. 1997 – Bullfrog (*Rana catesbeiana*) invasion of a California river: the role of larval competition. *Ecology,* 78: 1736-1751.

La Marca E., Lips K.R., Lötters S., Puschendorf R., Ibañez R., Rueda-Almonacid J.V., Schulte R., Marty C., Castro F., Manzanilla-Puppo J., García-Pérez J.E., Bolaños F., Chaves G., Pounds J.A., Toral E. & Young B.E. 2005 – Catastrophic population declines and extinctions in neotropical Harlequin Frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica,* 37: 190-201.

Lamirande E.W. & Nichols D.K. 2002 – Effects of host stage on susceptibility to cutaneous chytridiomycosis in Blue-and-yellow Poison Dart Frogs (*Dendrobates tinctorius*). *In* McKinnell RG, Carlson DL. (eds), Proceedings of the Sixth International Symposium on the Pathology of Reptiles and Amphibians, pp. 3-13. Saint Paul, Minnesota, USA.

Laurance W.F. 2008 – Global warming and amphibian extinctions in eastern Australia. *Austral. Ecol.,* 33: 1-9.

Lips K.R. 1998 – Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conserv. Biol.,* 12: 106-117.

Lips K.R. 1999 – Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. *Conserv. Biol.,* 13: 117-125.

Lips K.R., Brem F., Brenes R., Reeve J.D., Alford R.A., Voyles J., Carey C., Livo L., Pessier A.P. & Collins J.P. 2006 – Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a neotropical amphibian community. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 103: 3165-3170.

Lips K.R., Green D.E. & Papendick R. 2003 – Chytridiomycosis in wild frogs from southern Costa Rica. *J. Herpetol.*, 37: 215-218.

Longcore J.E., Pessier A.P. & Nichols D.K. 1999 – *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia*, 91: 219-227.

Longcore J.R., Longcore J.E., Pessier A.P. & Halteman W.A. 2007 – Chytridiomycosis widespread in anurans of northeastern United States. *J. Wildl. Manag.,* 71: 435-444.

Marantelli G., Berger L., Speare R. & Keegan L. 2004 – Distribution of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* and keratin during tadpole development. *Pacific Conserv. Biol.,* 10: 173-179.

Mazzoni R., Cunningham A.A., Daszak P., Apolo A., Perdomo E. & Speranza G. 2003 – Emerging pathogen of wild amphibians in frogs (*Rana catesbeiana*) farmed for international trade. *Emerg. Infect. Dis.,* 9: 995-998.

Morehouse E.A., James T.Y., Ganley A.R.D., Vilgalys R., Berger L., Murphy P.J. & Longcore J.E. 2003 – Multilocus sequence typing suggests the chytrid pathogen of amphibians is a recently emerged clone. *Mol. Ecol.,* 12: 395-403.

Morgan J.A.T., Vredenburg V.T., Rachowicz L.J., Knapp R.A., Stice M.J., Tunstall T., Bingham R.E., Parker J.M., Longcore J.E., Moritz C., Briggs C.J. & Taylor J.W. 2007 – Population genetics of the frog-killing fungus *Batrachochytrium dendrobatidis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 104: 13845-13850.

Muths E., Corn P.S., Pessier A.P. & Green D.E. 2003 – Evidence for disease-related amphibian decline in Colorado. *Biol. Conserv.,* 110: 357-365.

Mutschmann F., Berger L., Zwart P. & Gaedicke C. 2000 – Chytridiomykose bei Amphibien – erstmaliger Nachweis für Europa. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 113: 380-383.

Nichols D.K., Lamirande E.W., Pessier A.P. & Longcore J.E. 2001 – Experimental transmission of cutaneous chytridiomycosis in dendrobatid frogs. *J. Wildl. Dis.,* 37: 1-11.

Ouellet M., Mikaelian I., Pauli B.D., Rodrigue J. & Green D.M. 2005 – Historical evidence of widespread chytrid infection in North American amphibian populations. *Conserv. Biol.,* 19: 1431-1440.

Padgett-Flohr G.E. & Goble M.E. 2007 – Evaluation of tadpole mouthpart depigmentation as a diagnostic test for infection by *Batrachochytrium dendrobatidis* for four California anurans. *J. Wildl. Dis.,* 43: 690-699.

Pessier A.P., Nichols D.K., Longcore J.E. & Fuller M.S. 1999 – Cutaneous chytridiomycosis in Poison Dart Frogs (*Dendrobates* spp.) and White's Tree Frogs (*Litoria caerulea*). *J. Vet. Diagn. Invest.,* 11: 194-199.

Phillott A.D., Speare R., Hines H.B., Skerratt L.F., Meyer E., McDonald K.R., Cashins S.D., Mendez D. & Berger L. 2010 – Minimising exposure of amphibians to pathogens during field studies. *Dis. Aquat. Org.*, doi: 10.3354/dao02162.

Piotrowski J.S., Annis S.L. & Longcore J.E. 2004 – Physiology of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogen of amphibians. *Mycologia,* 96: 9-15.

Pounds J.A., Bustamante M.R., Coloma L.A., Consuegra J.A., Fogden M.P.L., Foster P.N., La Marca E., Masters K.L., Merino-Viteri A., Puschendorf R., Ron S.R., Sánchez-Azofeifa G.A., Still C.J. & Young B.E. 2006 – Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature,* 439: 161-167.

Powell M.J. 1993 – Looking at mycology with a janus face: a glimpse of chytridiomycetes active in the environment. *Mycologia*, 85: 1-20.

Puschendorf R. & Bolaños F. 2006 – Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in *Eleutherodactylus fitzingeri*: effects of skin sample location and histologic stain. *J. Wildl. Dis.,* 42: 301-306.

Rachowicz L.J., Hero J.M., Alford R.A., Taylor J.W., Morgan J.A.T., Vredenburg V.T., Collins J.P. & Briggs C.J. 2005 – The novel and endemic pathogen hypotheses: competing explanations for the origin of emerging infectious diseases of wildlife. *Conserv. Biol.,* 19: 1441-1448.

Rachowicz L.J., Knapp R.A., Morgan J.A.T., Stice M.J., Vredenburg V.T., Parker J.M. & Briggs C.J. 2006 – Emerging infectious disease as a proximate cause of amphibian mass mortality. *Ecology,* 87: 1671-1683.

Rachowicz L.J. & Vredenburg V.T. 2004 – Transmission of *Batrachochytrium dendrobatidis* within and between amphibian life stages. *Dis. Aquat. Org.,* 61: 75-83.

Raffel T.R., Rohr J.R., Kiesecker J.M. & Hudson P.J. 2006 – Negative effects of changing temperature on amphibian immunity under field conditions. *Funct. Ecol.,* 20: 819-828.

Retallick R.W.R. & Miera V. 2007 – Strain differences in the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* and non-permanent, sub-lethal effects of infection. *Dis. Aquat. Org.,* 75: 201-207.

Retallick R.W.R., Miera V., Richards K.L., Field K.J. & Collins J.P. 2006 – A non-lethal technique for detecting the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* on tadpoles. *Dis. Aquat. Org.,* 72: 77-85.

Rollins-Smith L.A., Carey C., Longcore J.E., Doersam J.K., Boutte A., Bruzgal J.E. & Conlon J.M. 2002a – Activity of antimicrobial skin peptides from ranid frogs against *Batrachochytrium dendrobatidis*, the chytrid fungus associated with global amphibian declines. *Dev. Comp. Immunol.,* 26: 471-479.

Rollins-Smith L.A. & Conlon J.M. 2005 – Antimicrobial peptide defenses against chytridiomycosis, an emerging infectious disease of amphibian populations. *Dev. Comp. Immunol.,* 29: 589-598.

Rollins-Smith L.A., Doersam J.K., Longcore J.E., Taylor S.K., Shamblin J.C., Carey C. & Zasloff M.A. 2002b – Antimicrobial peptide defenses against pathogen associated with global amphibian declines. *Dev. Comp. Immunol.,* 26: 63-72.

Rollins-Smith L.A., Reinert L.K., Miera V. & Conlon J.M. 2002c – Antimicrobial peptide defenses of the Tarahumara Frog, *Rana tarahumarae*. *Biochem. Bioph. Res. Communic.,* 297: 361-367.

Rollins-Smith L.A., Woodhams D.C., Reinert L.K., Vredenburg V.T., Briggs C.J., Nielsen P.F. & Conlon J.M. 2006 – Antimicrobial peptide defenses of the Mountain Yellow-legged Frog (*Rana muscosa*). *Dev. Comp. Immunol.,* 30: 831-842.

Rowley J.J.L., Chan S.K.F., Tang W.S., Speare R., Skerratt L.F., Alford R.A., Cheung K.S., Ho C.Y. & Campbell R. 2007 – Survey for the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in Hong Kong in native amphibians and in the international amphibian trade. *Dis. Aquat. Org.,* 78: 87-95.

Scalera R., Adams M.J. & Galvan S.K. 2008 – The occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibian populations in Denmark. *Herpetol. Rev.*, 39: 199-200.

Schloegel L.M., Hero J.M., Berger L., Speare R., McDonald K. & Daszak P. 2006 – The decline of the Sharp-snouted Day Frog (*Taudactylus acutirostris*): the first documented case of extinction by infection in a free-ranging wildlife species? *EcoHealth,* 3: 35-40.

Simoncelli F., Fagotti A., Dall'Olio R., Vagnetti D., Pascolini R. & Di Rosa I. 2005 – Evidence of *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in water frogs of the *Rana esculenta* complex in central Italy. *EcoHealth,* 2: 307-312.

Stuart S.N., Chanson J.S., Cox N.A., Young B.E., Rodrigues A.S.L., Fischman D.L. & Waller R.W. 2004 – Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306: 1783-1786.

Voyles J., Berger L., Young S., Speare R., Webb R., Warner J., Rudd D., Campbell R. & Skerratt L.F. 2007 – Electrolyte depletion and osmotic imbalance in amphibians with chytridiomycosis. *Dis. Aquat. Org.,* 77: 113-118.

Voyles J., Young S., Berger L., Campbell C., Voyles W.F., Dinudom A., Cook D., Webb R., Alford R.A., Skerratt L.F. & Speare R. 2009 – Pathogenesis of chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science,* 326: 582-585.

Wake D.B. & Vredenburg V.T. 2008 – Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 105(Suppl. 1): 11466-11473.

Waldman B., van de Wolfshaar K.E., Klena J.D., Andjic V., Bishop P.J. & Norman R.J. de B. 2001 – Chytridiomycosis in New Zealand frogs. *Surveillance,* 28: 9-11.

Walker S.F., Bosch J., James T.Y., Litvintseva A.P., Valls J.A.O., Pina S., Garcia G., Rosa G.A., Cunningham A.A., Hole S., Griffiths R. & Fisher M.C. 2008 – Invasive pathogens threaten species recovery programs. *Curr. Biol.,* 18: 853-854.

Weldon C., du Preez L.H., Hyatt A.D., Muller R. & Speare R. 2004 – Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerg. Infect. Dis.,* 10: 2100-2105.

Whitfield S.M., Bell K.E., Philippi T., Sasa M., Bolaños F., Chaves G., Savage J.M. & Donnelly M.A. 2007 – Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 104: 8352-8356.

Woodhams D.C., Alford R.A. & Marantelli G. 2003 – Emerging disease of amphibians cured by elevated body temperature. *Dis. Aquat. Org.,* 55: 65-67.

Woodhams D.C., Ardipradja K., Alford R.A., Marantelli G., Reinert L.K. & Rollins-Smith L.A. 2007a – Resistance to chytridiomycosis varies among amphibian species and is correlated with skin peptide defenses. *Anim. Conserv.,* 10: 409-417.

Woodhams D.C., Rollins-Smith L.A., Carey C., Reinert L., Tyler M.J. & Alford R.A. 2006a – Population trends associated with skin peptide defenses against chytridiomycosis in Australian frogs. *Oecologia*, 146: 531-540.

Woodhams D.C., Voyles J., Lips K.R., Carey C. & Rollins-Smith L.A. 2006b – Predicted disease susceptibility in a Panamanian amphibian assemblage based on skin peptide defenses. *J. Wildl. Dis.,* 42: 207-218.

Woodhams D.C., Vredenburg V.T., Simon M.A., Billheimer D., Shakhtour B., Shyr Y., Briggs C.J., Rollins-Smith L.A. & Harris R.N. 2007b – Symbiotic bacteria contribute to innate immune defenses of the threatened Mountain Yellow-legged Frog, *Rana muscosa*. *Biol. Conserv.,* 138: 390-398.

Manuscrit accepté le 23 février 2010

La Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*), une espèce-réservoir pour le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis* (Photo : Martin Ouellet).

The American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*), a reservoir species for the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (Picture: Martin Ouellet).

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 47-50

Protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose lors d'interventions sur le terrain

A l'échelle mondiale, les amphibiens subissent d'importants déclins de populations dûs à la Chytridiomycose, une maladie émergente provoquée par le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis* (*noté par la suite Bd*). Des déclins catastrophiques ont été observés en Australie, Amérique du Nord, Amérique centrale, Amérique du Sud et dans les Caraïbes. En Europe, des mortalités massives associées à *Bd* ont été observées en Espagne et en France, mais nos connaissances sur la prévalence de *Bd* en Europe ne sont encore que fragmentaires.

Les causes exactes de l'émergence récente de la Chytridiomycose sont encore mal connues. Néanmoins, les scientifiques s'accordent aujourd'hui à penser que ce champignon aurait été récemment disséminé à travers le monde par l'intermédiaire de matériel ayant été au contact avec *Bd*, d'eau contenant des zoospores ou d'amphibiens infectés (notamment lors de l'introduction d'espèces exotiques). Les activités humaines, dans ou à proximité de sites aquatiques, participent donc fortement à la dissémination du champignon et représentent un risque majeur pour les populations d'amphibiens. Si un individu infecté peut être efficacement traité avec un fongicide, le champignon ne peut pas être contrôlé, à ce jour, dans le milieu naturel. Néanmoins, quelques procédures simples de désinfection permettent de décontaminer les équipements, ce qui réduit notablement le risque que le champignon soit passivement transféré lors des déplacements.

L'objectif de ce document est de fournir aux personnes travaillant sur les amphibiens, ou plus largement en milieu aquatique, un ensemble de mesures de précaution à mettre en œuvre lors de leurs campagnes de terrain. Bien que ciblées sur la Chytridiomycose, ces précautions permettront également de limiter la dissémination d'autres maladies ou d'espèces végétales ou animales envahissantes.

Certaines de ces procédures peuvent être appliquées dans les laboratoires et élevages, mais il est nécessaire que les personnels impliqués se confèrent à la réglementation vétérinaire. Les mesures de biosécurité pour les amphibiens captifs pourraient différer de celles proposées pour le terrain.

RÈGLES GÉNÉRALES

1. Il existe dans le commerce plusieurs produits désinfectants efficaces pour éliminer *Bd* (alcool à 70 %, eau de javel). Néanmoins, pour des raisons d'efficacité sur *Bd* et d'autres agents infectieux (bactéries, virus et champignons), et de respect de l'environnement, nous recommandons l'utilisation du Virkon®. Le rejet de ce désinfectant dans l'environnement doit cependant être limité. Le fabricant recommande son élimination par les réseaux d'eaux usées. Avant utilisation, lire les instructions d'usage fournies par le fabricant (www.dupont.com).
2. Avant toute sortie sur le terrain, il est indispensable de s'assurer que l'ensemble du matériel qui va être utilisé (bottes, wadders, épuisette) a été correctement désinfecté. En cas de doute, désinfectez-le.
3. Si plusieurs sites aquatiques doivent être visités au cours d'une même campagne de terrain, désinfecter le matériel entre chaque site. Lors d'intervention sur une pièce d'eau importante (marais, rivière, grand lac), désinfecter régulièrement le matériel.
4. En cas de manipulation d'amphibiens, il est recommandé d'utiliser des gants jetables non poudrés. Dans la mesure du possible, les individus capturés doivent être maintenus individuellement (sacs zip, boites plastiques) afin de limiter les contacts et les risques de transmission de la maladie entre animaux.
5. Si vous devez intervenir sur des sites où la présence de *Bd* est suspectée (observation de mortalités d'amphibiens, présence d'espèces exotiques), ou avérée, il est impératif d'appliquer rigoureusement le protocole d'hygiène.

PROTOCOLE STANDARD DE DÉSINFECTION

1. **Préparer dans un pulvérisateur une solution de Virkon® à 1 %.** Le produit devient inefficace lorsque la coloration rose disparaît. Nous recommandons néanmoins de préparer une nouvelle solution lors de chaque campagne. La solution peut être préparée sur le terrain en utilisant l'eau d'une rivière ou d'un étang.
2. **En sortant de l'eau, nettoyer le matériel** (bottes, wadders, épuisette) **à l'aide d'une brosse** afin de retirer boues et débris.
3. **Pulvériser la solution de Virkon® sur l'ensemble du matériel** ayant été au contact de l'eau et **laisser agir pendant 5 minutes** avant réutilisation (de préférence jusqu'à ce que le matériel soit sec). Le petit matériel ayant été au contact avec des amphibiens (balances, ciseaux,…) peut être désinfecté par immersion dans du Virkon® ou avec des lingettes imprégnées d'alcool à 70 %. Ne pas rincer l'équipement afin d'éviter que du Virkon® soit introduit dans l'environnement. Si besoin, le matériel peut être rincé au retour du terrain.
4. **Pulvériser du Virkon® (1 %) sur les semelles** de vos bottes ou chaussures de marche avant de quitter le site.
5. **Stocker le matériel désinfecté dans des sacs plastiques jetables** puis dans un bac plastique dans le véhicule.
6. **Désinfecter vos mains** à l'aide de lingettes imprégnées d'alcool à 70 % ou d'une solution hydro-alcoolique.
7. Au retour du terrain, **placer l'ensemble du matériel jetable** (gants, sacs, etc.) **dans un sac poubelle** et **pulvériser du Virkon® à l'intérieur avant de le jeter**. Les vêtements peuvent être désinfectés par un lavage en machine à 60° C.

LISTE DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Brosse
- Pulvérisateur
- Virkon® (pastilles) *(disponible notamment dans les cabinets vétérinaires)*
- Gants jetables non poudrés *(pour préparer la solution Virkon® et en cas de manipulation d'amphibiens)*
- Lingettes imprégnées d'alcool à 70° ou solution hydro-alcoolique (*disponibles en grandes surfaces et pharmacies*)
- Sacs plastiques jetables de différentes tailles (*à jeter à la fin de chaque campagne de terrain*)
- Bac plastique de stockage *(restant dans le véhicule et régulièrement désinfecté)*

(Si vous manquez de Virkon® au cours de votre campagne de terrain, et que le produit n'est pas disponible localement, vous pouvez le remplacer par de l'alcool à 70°).

Contacts

Tony DEJEAN
Parc naturel regional Périgord-Limousin
La barde - 24450 La Coquille
t.dejean@pnrpl.com

Claude MIAUD
Laboratoire d'Ecologie Alpine
Université de Savoie
73376 Le Bourget du Lac
claude.miaud@univ-savoie.fr

Dirk SCHMELLER
Station d'Ecologie Expérimentale du CNRS
09200 Moulis
dirk.schmeller@EcoEx-Moulis.cnrs.fr

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 51-54

Un cas de leucisme chez le Crapaud commun *Bufo bufo* (Linné, 1758)

par

Jean MURATET [1], Grégory DESO [2] & Jean-Pierre VACHER [3]

[1] Biotope Midi-Pyrénées : Agence Villefranche-de-Lauragais
134 avenue de la Fontasse, 31290 Villefranche de Lauragais
jmuratet@biotope.fr

[2] Association ECODIV, Coderoque 11400 Fendeille

[3] BUFO, Musée d'Histoire naturelle et d'Ethnographie,
11 rue de Turenne, 68000 Colmar

Résumé – Le leucisme est une particularité génétique récessive qui agit sur une restriction totale ou partielle de la pigmentation de la peau tout en gardant la coloration normale de l'iris de l'œil . Ce caractère phénotypique étant rarement observé dans la nature chez les amphibiens, nous relatons la découverte d'un Crapaud commun adulte leucistique observé en zone urbaine à Toulouse (Haute-Garonne).

Mots-clés : Crapaud commun, *Bufo bufo,* leucisme, Toulouse, France.

Summary – A case of leucism in the common toad *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). Leucism is a recessive genetic peculiarity that restricts totally or partially the skin pigmentation, but the coloration of the iris is left unaltered. This phenotypic character is rarely observed in the wild within amphibians. A leucistic adult female common toad, *Bufo bufo*, has been found in an urban area in Toulouse (Haute-Garonne, France).

Key-words: common toad, *Bufo bufo,* leucism, Toulouse, France.

La coloration des amphibiens est définie par l'arrangement de cellules épidermiques dédiées, les chromatophores. Les chromatophores matures sont regroupés en sous-classes selon leur couleur quand ils sont éclairés par de la lumière blanche : les xanthophores (jaunes), les érythrophores (rouges), les iridophores (réfléchissants et irisés), les leucophores (blancs), les mélanophores (noirs ou bruns, ils stockent la mélanine) et les cyanophores (bleus) (Duellman & Trueb 1994). La répartition et l'occurrence de ces cellules dans l'épiderme sont variables d'une espèce à l'autre (Duellman & Trueb 1994).

Il existe différentes causes d'altération de la coloration d'un individu. Pour l'albinisme, les animaux sont totalement dépourvus de pigmentation en raison de l'absence de mélanine. Ils présentent une coloration totalement blanche ainsi qu'une couleur de l'iris rouge. L'albi-

nisme est considéré comme une anomalie héréditaire. Le leucisme est aussi une particularité génétique récessive mais qui agit sur une diminution totale ou partielle du nombre d'iridophores, de mélanophores et de xanthophores, sur tout ou partie du derme, mais la coloration de l'iris reste normale (Bechtel 1991, 1995). Dans ce cas, la peau des amphibiens apparaît blanchâtre ou légèrement jaunâtre tout en gardant le contraste du patron général. L'inverse du leucisme est le mélanisme, qui correspond à une proportion anormalement élevée de mélanine. Entre le leucisme et le mélanisme, il existe une gamme de variations en fonction des pigments modifiés, comme par exemple le flavisme, qui est un excès de pigments jaunes (la xanthoptéridine) et l'érythrisme, qui est un excès de pigments rouges (l'érythroptéridine). Dans tous ces cas, les animaux ne paraissent pas plus sensibles aux rayons du soleil et n'ont pas de problème de vision lié au manque de pigments dans l'épithélium rétinien, contrairement aux individus atteints d'albinisme.

L'occurrence du leucisme dans la nature est rare, et il existe peu de mentions d'amphibiens leucistiques découverts en milieu naturel (Brannon 2006, Buhlmann *et al.* 1999, Dodd 1977, Mitchel & Church 2002). Les exemples européens relevés concernent le Crapaud calamite (*Bufo calamita*) (Deichsel & Schwerdtle 1985) et le Pélobate brun (*Pelobates fuscus*) (Nöllert 1990). En Amérique du Nord, le leucisme est mentionné chez *Bufo americanus* (Brannon 2006) et à plusieurs reprises chez des urodèles (Dodd 1977, Buhlmann *et al.* 1999, Mitchel & Church 2002).

Nous rapportons au travers de cette note la découverte dans la nature d'un Crapaud commun femelle adulte leucistique. Le spécimen en question (Fig. 1) a été trouvé par les deux premiers auteurs dans un compteur d'eau le 24 mars 2009 aux abords des jardins du Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (Haute-Garonne), dans le secteur de « Borderouge les Maourines », aux coordonnées 01°27'12" E de longitude et 43°37'59" N de latitude. Cet individu présentait une coloration blanchâtre à jaunâtre de l'ensemble du corps et avait une coloration normale de l'iris (orange cuivré). Il mesurait environ 10 cm de longueur totale, ne présentait pas de signe de prédation et son état sanitaire nous est apparu normal. Suite à l'observation d'une vingtaine d'individus de cette espèce sur ce même site, aucun autre spécimen n'a présenté cette caractéristique de coloration. Le site, qui se trouve en zone urbaine, est caractérisé par la présence d'un étang de gravière alimenté par la nappe phréatique, et dont le niveau d'eau est maintenu artificiellement par un barrage souterrain placé en aval. L'étang de gravière est colonisée aux ¾ par une roselière. Des bassins et mares artificielles ont été

Figure 1 : Individu leucistique de *Bufo bufo* (femelle), trouvé le 24 mars 2009 à Toulouse (31). Photo : Grégory Deso.

Figure 1: Leucistic female of *Bufo bufo*, discovered on the 24th of March 2009 in Toulouse (Haute-Garonne). Picture: Grégory Deso.

créés aux alentours de l'étang. En périphérie de ces zones aquatiques, les seuls habitats fonctionnels pour l'herpétofaune sont des jardins aménagés, ainsi que la frange forestière située autour de l'étang. À notre connaissance, aucune mention bibliographique ne relate des caractères de leucisme chez le Crapaud commun, et les cas d'albinisme sont très rares (Beebee & Griffiths 2000, Bender 1997, Fisher 1996, Nöllert & Nöllert 1992, Sowig & Laufer 2007). Ce signalement revêt ainsi un intérêt naturaliste important.

Remerciements. - Nous tenons à remercier Olivier Puertas du Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse pour son accueil et pour nous avoir permis d'accéder au site durant plusieurs nuits. Merci également à Ivan Ineich, Claude Miaud et Thierry Fretey pour leurs précieuses remarques et commentaires pour l'amélioration de cette note.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Beebee T.J.C. & Griffiths R.A. 2000 – Amphibians and Reptiles. A Natural History of the British Herpetofauna. Harper Collins, The New Naturalist Series, London, 270 p.

Bechtel H.B. 1991 – Inherited color defects. Comparison between humans and snakes. *Int. J. Dermatol.*, 30: 243-246.

Bechtel H.B. 1995 – Reptile and Amphibian Variants: Colors, Patterns, and Scales. Krieger Publishing Co., Melbourne, 224 p.

Bender B. 1997 – Temporärer Albinismus bei der Erdkröte (*Bufo bufo*). *Z. Feldherpetol.*, 4(1): 212-214.

Brannon M.P. 2006 – Natural history notes: *Bufo a. americanus* (Eastern American Toad) leucism. *Herpetol. Rev.,* 37(3): 333-334.

Buhlmann K.A., Mitchell J.C. & Smith L.R. 1999 – Descriptive ecology of the Shenandoah Valley Sinkhole Pond system in Virginia. *Banisteria,* 13: 23-51.

Deichsel G. & Schwerdtle C. 1985 – Eine teilweise albinistische Kreuzkröte (*Bufo calamita* Laurenti, 1768) aus Biberach and der Riß (Baden-Württemberg) (Salientia: Bufonidae). *Salamandra*, 21(4): 316-317.

Dodd C.K. Jr. 1977– Amphibians and reptiles - The declining species. *Water Spectrum,* 10: 24-32.

Duellman W.E. & Trueb L. 1994 – Biology of Amphibians. John Hopkins University Press, Baltimore, 670 p.

Fischer K. 1996 – II 10. Erdkröte - *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). *In* Bitz A., K. Fischer, L. Simon, R. Thiele & M. Vieth (eds.), Die Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz. Band 1. pp. 183-198. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR), Landau, 312 p.

Mitchell J.C. & Church D.R. 2002 – Leucistic Marbled Salamanders (*Ambystoma opacum*) in Virginia. *Banisteria,* 20: 67-69.

Nöllert A. 1990 – Die Knoblauchkröte *Pelobates fuscus*. Die Neue Brehm Bücherei, 561, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 144 p.

Nöllert A. & Nöllert C. 1992 – Die Amphibien Europas. Bestimmung-Gefährdng-Schutz. Franckh-Kosmos Verlag-GmbH, Stuttgart, 399 p.

Sowig P. & Laufer H. 2007 - Erdkröte *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). *In* Laufer H., Fritz K. & Sowig P. (eds). *Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs*, pp. 311-334. Ulmer, Stuttgart, 807 p.

Manuscrit accepté le 9 mars 2010

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 55-62

- Résumés de thèse et de mémoire -

Flux de gènes inter- et intra-spécifiques chez des espèces de vallées alluviales : cas des tritons palmés et ponctués en vallée de la Loire

Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Biologie, spécialité Biologie des organismes, soutenue le 4 décembre 2009 par Aurélie Johanet, devant le jury composé de : Claude Miaud, *Président* ; François Bonhomme, *Rapporteur* ; Mathieu Denoël, *Rapporteur* ; Michel Baguette, *Examinateur* ; Alain Pagano, *Directeur de thèse* ; Christophe Lemaire, *Co-encadrant de thèse*. Ce mémoire de 265 pages a été préparé au sein du l'équipe GECCO de l'Université d'Angers avec l'aimable collaboration de l'UMR PaVé d'Angers.

Une des caractéristiques de l'espèce est que les populations qui la constituent sont connectées par du flux de gènes. Cependant, le flux de gènes inter-spécifique peut en affecter l'intégrité. Peu d'études prennent en compte l'interaction entre ces deux niveaux de flux de gènes avec le risque de biaiser les analyses menées à chacun de ces niveaux taxinomiques. Dans ma thèse, j'ai étudié les flux de gènes inter- et intra-spécifiques et leurs barrières intrinsèques et environnementales chez deux espèces d'urodèles : les tritons palmés, *Lissotriton helveticus* et ponctués, *L. vulgaris*. Les amphibiens sont un modèle biologique de choix à la fois pour l'étude des mécanismes de spéciation et de différenciation neutre ou adaptative. Ma thèse s'articule en deux parties principales, la première portant sur l'introgression et l'efficacité de certaines barrières d'isolement reproducteur ; la seconde sur la structure des populations de tritons palmés et l'influence de certains éléments du paysage sur le flux de gènes. Les conclusions de cette thèse amènent des perspectives à différentes échelles.

Flux de gènes inter-spécifiques

Les tritons palmés et ponctués se reproduisent sur une large zone de sympatrie en Europe centrale et occidentale. Au large chevauchement géographique s'ajoute un chevauchement écologique (Griffiths 1986, Griffiths 1987) et temporel (Chadwick *et al.* 2006) si bien qu'il n'est pas rare de voir les deux espèces parader au même moment dans la même mare. Dans le cas de deux espèces largement sympatriques et dont l'hybridation est apparemment défavorable, un isolement reproducteur complet est attendu.

Trente-sept populations ont été échantillonnées en zone d'allopatrie et de sympatrie des deux espèces. 1272 individus ont été génotypés sur marqueurs microsatellites (Johanet *et al*. 2009a). Par l'utilisation de techniques d'inférence bayésienne, un taux d'hybridation faible (1,7 %) et largement asymétrique entre les deux espèces a été révélé. Néanmoins, des analyses de déséquilibres multilocus (Barton 2000) ont mis en évidence que la majorité des populations syntopiques (73 %) montraient un flux de gènes inter-spécifique significatif et persistant (Fig. 1) (Johanet *et al*. soumis).

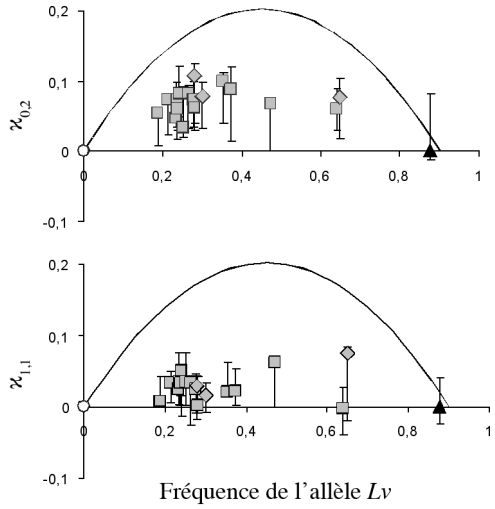


Figure 1 : Associations par paires à l'intérieur des génomes $\varkappa_{0,2}$ (correspondant à un déséquilibre de liaison moyen par paire) et entre génomes $\varkappa_{1,1}$ (correspondant à un déséquilibre à Hardy-Weinberg moyen), estimées selon la méthode de Barton (2000), en fonction de la fréquence en allèles de tritons ponctués. Les échantillons appartiennent à des populations de tritons palmés en allotopie (○), de tritons ponctués en allotopie (▲) et des populations syntopiques (■). Les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 95%. Les valeurs maximales théoriques sont représentées par une courbe. L'écart à ces valeurs maximales témoigne d'un mélange entre les deux espèces.

Figure 1: Pairwise associations within genomes, $\varkappa_{0,2}$ (corresponding to an average pairwise linkage disequilibrium) and between genomes, $\varkappa_{1,1}$ (corresponding to an average Hardy-Weinberg disequilibrium) estimated following the method of Barton (2000) organized as a function of *L. vulgaris* allele frequency in sample sites of *L. helveticus* in allotopy (○), *L. vulgaris* in allotopy (▲), in syntopy (■).Vertical bars represent 95% confidence intervals. Between- and within-genome pairwise associations are at their maximum values when two syntopic taxa do not hybridize. Theoretical maximum values are represented by curves.

Une analyse morphométrique a mis en évidence un déplacement de caractères reproducteur en syntopie (Johanet *et al*. 2009b) (Fig. 2), intervenant sans doute dans le renforcement de la reconnaissance spécifique, et des expériences de choix ont démontré que la reconnaissance des partenaires sexuels est sans doute la barrière qui participe le plus à l'isolement reproducteur (Secondi *et al*. soumis). Des facteurs exogènes influençant le *sex-ratio*, le ratio de taille ou la transmission du signal de reconnaissance spécifique pourraient cependant affecter la probabilité de choisir un partenaire hétérospécifique et donc la probabilité d'hybridation.

Toutefois, la faible fréquence des événements d'hybridation ne permet sans doute pas de compenser la perte de gènes hétérospécifiques par dérive génétique d'une population à l'autre. En effet, Petit et Excoffier (2009) ont récemment montré que l'introgression était négativement corrélée au flux de gènes intra-spécifique. L'étude du flux de gènes intra-spécifique chez l'une des deux espèces fait l'objet de la seconde partie de la thèse.

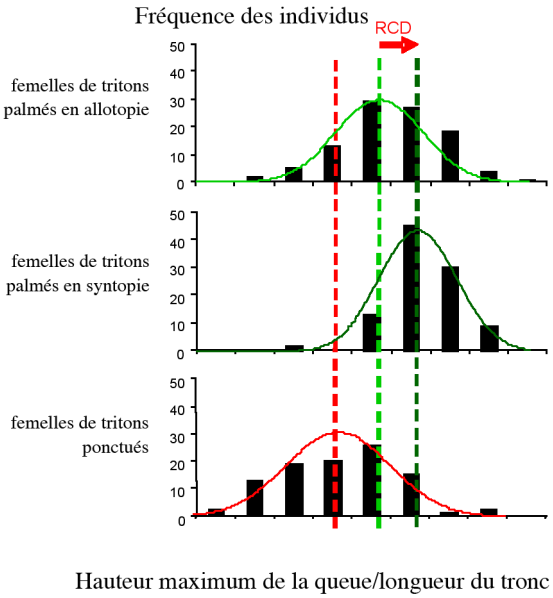


Figure 2 : Distribution des hauteurs de queue maximales relatives chez les femelles de tritons palmés en allotopie, syntopie et femelles de tritons ponctués. L'axe des ordonnées représente la fréquence des individus à l'intérieur de chaque groupe. Une queue plus large chez les femelles de tritons palmés en syntopie suggère un déplacement de caractère reproducteur (RCD).

Figure 2: Distribution of measurements for maximum tail heights (divided by SVL) found in females of *L. helveticus* (in both allotopy and syntopy) and *L. vulgaris*. The Y-axis represents the frequency of individuals inside each group. A larger tail in *L. helveticus* in syntopy suggest a reproductive character displacement (RCD).

Flux de gènes intra-spécifiques

Les amphibiens sont généralement caractérisés par des capacités de dispersion limitées, une relative philopatrie (Smith & Green 2005) et une grande sensibilité aux perturbations environnementales, notamment à la fragmentation anthropique de leur habitat (Cushman 2006). La plupart des études génétiques menées sur les amphibiens mettent en évidence une forte structure de population (Ward *et al*. 1992). Contrairement à ce qu'il aurait pu être attendu d'un petit urodèle, le flux de gènes entre populations de tritons palmés s'est révélé élevé. L'étude de la structure de 37 populations de tritons palmés a permis de mettre en évidence une différenciation globale faible (F_{ST} = 0,027) aux locus microsatellites mais significative sur une région fortement drainée : la vallée de la Loire. La structure globale s'expliquerait par un fort isolement lié à la distance (Fig. 3) et se révèle faiblement influencée par les éléments du paysage jouant le rôle de barrière (cours d'eau) ou de corridor de dispersion (vallée alluviale).

La structure et la variabilité des populations influencent directement les potentialités d'adaptation locale. En effet, si la dispersion peut favoriser la propagation de mutants favora-

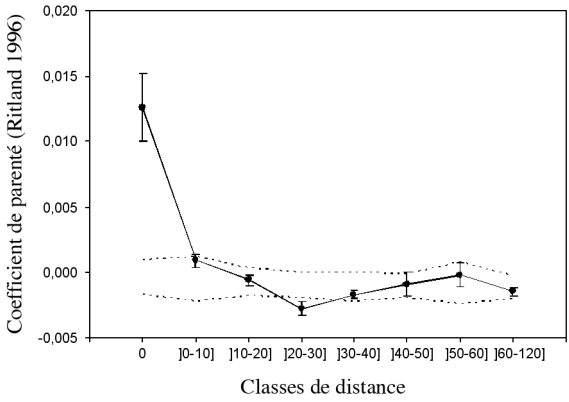


Figure 3 : Corrélogramme des coefficients de parenté (Ritland 1996) en fonction des classes de distance effectué sur SPAGeDi (Hardy & Vekemans 2002). L'enveloppe en pointillés correspond à l'intervalle de confiance à 95% autour des valeurs.

Figure 3: Correlogram showing the mean kinship coefficient per distance class estimated following the method of Ritland (1996) implemented in SPAGeDi (Hardy & Vekemans 2002). The envelope of values corresponds to 95% confidence intervals.

bles, elle peut aussi permettre une homogénéisation de la variation génétique entre populations retardant l'adaptation locale par l'apport d'allèles moins adaptés (Lenormand 2002). Pour étudier les potentialités d'adaptation chez le triton palmé, le polymorphisme à l'exon 2 d'un gène du Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH) de classe II a été étudié. Le CMH est un groupe de gènes directement impliqués dans la réponse immunitaire chez les vertébrés ; la variation est liée à la résistance et à la vulnérabilité aux maladies (Teacher *et al.* 2009). L'analyse du flux de gènes à l'échelle régionale n'a pas permis la détection d'un signal de sélection à ce locus. Cependant, à l'échelle européenne, une sélection positive suggère fortement que des communautés de pathogènes différentes structurent les populations méridionales, d'une part, et septentrionales, d'autre part.

Mots-clés : *Lissotriton helveticus*, *Lissotriton vulgaris*, hybridation, isolement reproducteur, génétique du paysage, complexe majeur d'histocompatibilité, adaptation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barton N.H. 2000 – Estimating multilocus linkage disequilibria. *Heredity,* 84: 373-389.

Cushman S.A. 2006 – Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biol. Cons.,* 128: 231-240.

Chadwick E.A., Slater F.M. & Ormerod S.J. 2006 – Inter- and intraspecific differences in climatically mediated phenological change in coexisting *Triturus* species. *Glob. Change Biol.,* 12: 1069-1078.

Griffiths R.A. 1986 – Feeding niche overlap and food selection in smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *T. helveticus*, at a pond in mid-Wales. *J. Anim. Ecol.,* 55: 201-214.

Griffiths R.A. 1987 – Microhabitat and seasonal niche dynamics of smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *T. helveticus,* at a pond in mid-Wales. *J. Anim. Ecol.,* 56: 441-451.

Hardy O.J. & Vekemans X. 2002 – SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. *Mol. Ecol. Notes,* 2: 618-620.

Johanet A., Picard D., Garner T.W.J., Dawson D.A., Morales-Hojas R., Jehle R., Peltier D. & Lemaire C. 2009a – Characterization of microsatellite loci in two closely related *Lissotriton* newt species. *Cons. Gen*., 10: 1903-1906.

Johanet A., Secondi J., Pays O., Pagano A., Lodé T. & Lemaire C. 2009b – A case of reproductive character displacement in female palmate newts (*Lissotriton helveticus*). *C.R. Biol.,* 332: 548-557.

Johanet A., Secondi J. & Lemaire C. – Widespread introgression does not leak into allotopy in a broad sympatric zone. Soumis à *Heredity.*

Lenormand T. 2002 – Gene flow and the limits to natural selection. *TREES,* 17: 183-189.

Petit R.J. & Excoffier L. 2009 – Gene flow and species delimitation. *TREES,* 24: 386-393.

Ritland K. 1996 – Estimators for pairwise relatedness and individual inbreeding coefficients. *Gen. Res.,* 67: 175-185.

Secondi J., Johanet A., Cazimajou F. & Lemaire C. – Patterns of visual and chemical specific recognition, and divergent mating preferences in syntopic newts. Soumis à *Biol. J. Linn. Soc.*

Smith M.A. & Green D.M. 2005 – Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: Are all amphibian populations metapopulations? *Ecography,* 28: 110-128.

Teacher A.G.F., Garner T.W.J. & Nichols R.A. 2009 – Evidence for directional selection at a novel major histocompatibility class I marker in wild common frogs (*Rana temporaria*) exposed to a viral pathogen (*Ranavirus*). *PLoS ONE,* 4: e4616.

Ward R.D., Skibinski D.O.F. & Woodwark M. 1992 – Protein heterozygosity, protein structure, and taxonomic differentiation. *Evol. Biol.,* 26: 73-159.

Résumé communiqué par Aurélie JOHANET
Équipe PaysaClim, UMR CNRS 6553 ECOBIO, Université de Rennes I,
Campus de Beaulieu, 263 avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes
aurelie_johanet@hotmail.com

Influence de la structure du biotope de reproduction et de l'agencement du paysage, sur le peuplement d'amphibiens d'une région bocagère de l'ouest de la France

Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études soutenu le 17 décembre 2009 par Alexandre Boissinot, devant le jury composé de : Thierry Dupressoir, *Président* ; Guy Naulleau, *Rapporteur* ; Aurélien Besnard, *Examinateur* ; Pierre-André Crochet, *Examinateur* ; Marc Cheylan, *Encadrant* ; Jean-Marc Thirion, *Encadrant*. Ce mémoire de 192 pages et 11 annexes a été préparé au sein du Laboratoire de Biogéographie et Écologie des Vertébrés (UMR 5175, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Evolutive/EPHE, Montpellier) ; Directeur : Roger Prodon (EPHE, Sciences et Vie de la Terre).

Le déclin mondial des populations d'amphibiens est le fruit de multiples agressions. La destruction et la fragmentation des habitats sont reconnues pour être les principales causes de raréfaction de plusieurs espèces. Les amphibiens sont particulièrement vulnérables aux modifications de leur environnement en raison de la dualité de leur cycle de vie qui implique la présence d'habitats terrestres et aquatiques dans le paysage. Leur faible capacité de locomotion amplifie les effets de ces perturbations et leurs aptitudes à répondre à ces événements. En ce sens, ce groupe constitue un bon indicateur de l'impact du changement d'utilisation des terres agricoles observé au cours de ces dernières décennies. La Gâtine, microrégion bocagère de l'ouest de la France, n'a pas échappé à cette évolution des pratiques.

Cette étude intègre plusieurs approches. La première consiste à évaluer la distribution des biotopes potentiels de reproduction par une méthode de photo-interprétation écran de la BD Ortho® IGN et par des vérifications de terrain. Cette démarche nous a permis par la suite de caractériser les différents usages des mares de Gâtine et de mieux comprendre les processus d'abandon et de destruction de ces milieux. La seconde approche traite des relations qu'entretiennent 10 espèces d'amphibiens avec 79 mares (structure et configuration du paysage environnant). Les variables paysagères ont été extraites sous Système d'Information Géographique en utilisant des disques concentriques adaptés aux capacités de locomotion des différentes espèces présentes dans la région considérée. Nous avons également intégré dans cette étude, des indices de stabilité paysagère en confrontant d'anciennes photographies aériennes de 1959 avec la BD Ortho® IGN de 2002.

Les principaux résultats montrent que les mares et les étangs sont largement distribués dans cette microrégion. Le taux de comblement des mares reste néanmoins supérieur au taux de création. Ce constat s'explique par une perte d'usage de ces milieux dans l'espace agricole. Les résultats montrent que les différentes composantes du biotope de reproduction et du paysage environnant conditionnent des richesses spécifiques, des diversités, des probabilités de présence ainsi que des abondances relatives plus importantes chez certaines espèces d'amphibiens. Cependant, les réponses aux variables sont différentes d'une espèce à l'autre et en fonction de la taille des disques concentriques utilisés.

Cette étude nous a permis de souligner l'importance d'intégrer le niveau paysage dans

les études sur les amphibiens en vue d'une gestion conservatoire efficace des populations. Ce travail met également en évidence l'importance de conserver des habitats terrestres et aquatiques fonctionnels dans l'espace agricole pour plusieurs espèces d'amphibiens. Les distances de réponses moyennes observées pourront servir à orienter les futures opérations d'aménagements sur ce territoire.

Mots-clés : paysage, bocage, biotope de reproduction, mares, Amphibiens, richesse spécifique, diversité, probabilité de présence, abondance relative, système d'information géographique, modèle linéaire généralisé, critère d'information d'Akaike, disques concentriques, agriculture, stratégie de conservation.

Résumé communiqué par Alexandre BOISSINOT
La Germenière, 79320 Chanteloup
boiss_a@yahoo.fr

Figure 1 : Triton marbré sub-adulte, phase terrestre. Chanteloup, Deux-Sèvres, France (Photo : Alexandre Boissinot).

Figure 1: Subadult marbled newt, terrestrial phase. Chanteloup, Deux-Sèvres, France (Picture: Alexandre Boissinot).

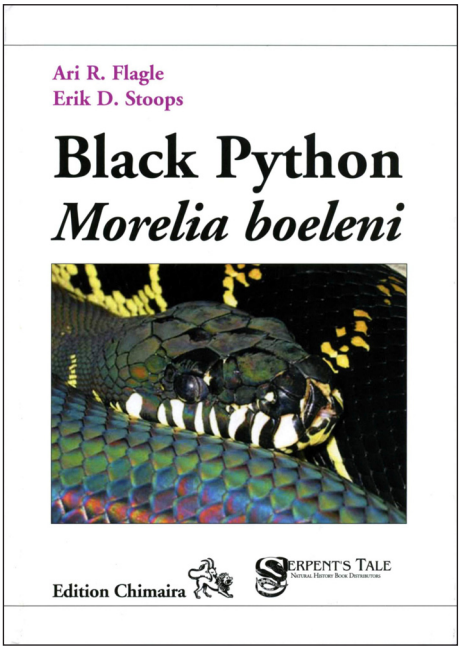
Figure 2 : Mare prairiale caractéristique du bocage de Gâtine. Neuvy Bouin, Deux-Sèvres, France (Photo : Alexandre Boissinot).

Figure 2: Characteristic grassland pond of Gâtine bocage. Neuvy Bouin, Deux-Sèvres, France (Picture: Alexandre Boissinot).

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134 : 63-66

- Analyses d'ouvrages -

Black Python *Morelia boeleni*, par Ari R. FLAGLE & Erik D. STOOPS, édité par Mark MENSE. 2009. Edition Chimaira, Serpents Tale (Natural History Book Distributors), Frankfurter Contributions to Natural History volume 26, Frankfurt am Main, Allemagne, 160 pages. Prix : 49,80 €.



Il faut bien le reconnaître, le Python de Boelen ou Python noir est l'un des serpents les plus mythiques au monde. Le mystère qui entoure l'espèce commence petit à petit à s'estomper, mais seulement au prix d'efforts considérables. En effet, son habitat se situe dans une des zones les plus difficiles d'accès et les plus dangereuses au monde, les montagnes escarpées de la chaîne centrale de Nouvelle-Guinée, à la fois dans leur partie occidentale (Province West Papua, Indonésie) et dans leur partie orientale (Papouasie Nouvelle-Guinée). L'animal n'a été connu des scientifiques qu'en 1953 par la description du hollandais L. D. Brongersma. Il attise la convoitise des terrariophiles depuis lors, ce qui explique très largement le trafic soutenu dont il a été et est toujours l'objet, malgré sa protection internationale par la Convention de Washington et locale en Papouasie Nouvelle-Guinée.

L'ouvrage de Flagle et Stoops est la traduction anglaise d'une monographie totalement consacrée à ce serpent et uniquement disponible en allemand auparavant. Les auteurs ne sont pas des scientifiques mais connaissent très bien l'espèce qu'ils ont pu observer sur le terrain à de nombreuses reprises et qu'ils maintiennent en captivité depuis des années.

Le livre débute de façon peu ordinaire par trois préfaces séparées par des remerciements puis une note de l'éditeur ; après lecture de la première préface, on ne sait plus vraiment qui est auteur du travail. En effet, Tom Mendelson remercie différents organismes utiles aux études sur le terrain en Indonésie et son texte pourrait faire croire qu'il est auteur de ce travail alors que ce n'est pas le cas. Le genre *Morelia* puis plus particulièrement *Morelia boeleni* sont d'abord présentés dans un chapitre richement illustré. La description originale de l'espèce datant de 1953 est fournie *in extenso* ainsi que le complément d'informations rassemblées ensuite par Brongersma en 1969, tout comme la description originale de *Python*

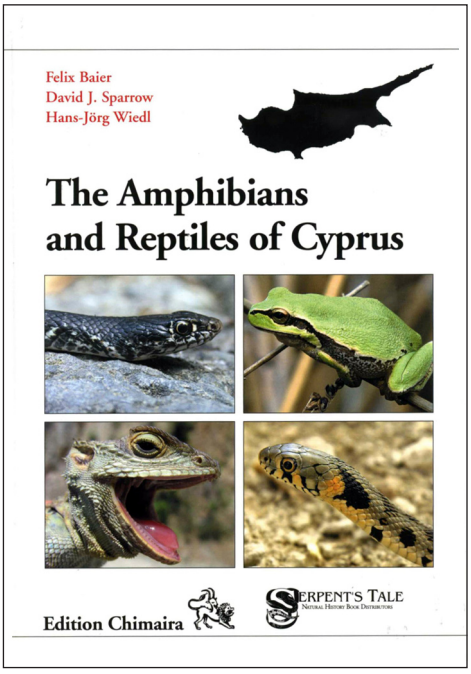
taronga faite par E. Worrell en 1958, une espèce placée ultérieurement dans la synonymie de *M. boeleni*. Cette première partie, fort utile, est illustrée par les photographies des types du taxon. Vient ensuite une présentation de la géographie et du climat de la Nouvelle-Guinée, suivie par une analyse de la répartition de *M. boeleni*. L'ouvrage se poursuit par une description de l'habitat du serpent et de son écologie. Les menaces que subit *M. boeleni* sont traitées par Mark O'Shea dont la réputation et la connaissance de la région ne sont plus à faire. Les principales menaces sont dues au commerce légal (partie indonésienne de la Nouvelle-Guinée uniquement) et surtout illégal de l'espèce, accessoirement par la mortalité sur les routes. La rareté du serpent semble correspondre à un manque de prospections dans son aire de répartition difficilement accessible. Les travaux les plus récents (Austin *et al.* 2010) montrent cependant que la diversité génétique est considérablement réduite chez ce serpent. Flagle et Stoops abordent le marquage territorial chez l'espèce. Le reste de l'ouvrage est consacré à l'élevage du serpent : quarantaine indispensable après acquisition de chaque nouvel arrivant, acclimatation, confection des cages et terrariums, gestion des paramètres physiques nécessaires au maintien, reproduction, soins médicaux basiques à prodiguer, puis présentation détaillée des principales pathologies. La reproduction de l'espèce, délicate et pas encore parfaitement maîtrisée, demeure exceptionnelle à l'état captif. L'ouvrage s'achève par la bibliographie, mais sans aucune conclusion et enfin par deux pages de publicité consacrées à un peintre animalier britannique, Tell Hicks, auteur d'un tableau représentant *M. boeleni*. C'est finalement l'épilogue de Danny Gunalen qui fait office de conclusion. Bien que superficiel (voir aussi la référence de Austin *et al.* ; ci-dessous), le contenu scientifique du livre sera utile aux spécialistes de ce groupe de pythons. Les illustrations sont nombreuses mais de qualité inégale et souvent répétitives. Leur choix semble n'avoir souvent été fait que sur leur quantité et non sur leur qualité et surtout leur utilité. Cet ouvrage s'adresse avant tout aux détenteurs de ce splendide serpent. Il offre une excellente synthèse des informations disponibles pour l'élever et éventuellement le reproduire pour les éleveurs les plus confirmés.

RÉFÉRENCES

Austin C.C., Spataro M., Peterson S., Jordan J. & McVay J.D. 2010 – Conservation genetics of Boelen's python (*Morelia boeleni*) from New Guinea: reduced genetic diversity and divergence of captive and wild animals. *Conserv. Gen.*, in press.

Ivan INEICH
Muséum national d'Histoire naturelle
Département de Systématique et Évolution
CNRS UMR 7205 (Origine, Structure et Évolution de la Biodiversité)
25 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles & Amphibiens)
75005 Paris

The Amphibians and Reptiles of Cyprus, par Felix BAIER, David J. SPARROW & Hans-Jörg WIEDL. 2009. Edition Chimaira, Serpents Tale (Natural History Book Distributors), Frankfurter Contributions to Natural History volume 45, Frankfurt am Main, Allemagne, 364 pages. Prix : 49,80 €.



Les éditions Chimaira contribuent très largement à la diffusion des connaissances herpétologiques dans le monde, en Europe tout particulièrement. Leurs ouvrages sont toujours très attendus et offrent au lecteur une synthèse actualisée des connaissances sur une zone géographique particulière. Le nouvel ouvrage que nous proposent Baier, Sparrow et Wiedl concerne l'île de Chypre ; il est écrit en anglais. L'avant-propos est rédigé par le Dr Michalis Polynikis, ministre de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement de la République de Chypre. Il est suivi par la préface des auteurs, leurs remerciements puis l'explication de la méthodologie qu'ils utilisent pour leur ouvrage. L'introduction nous présente Chypre, sa géographie et sa géologie, son climat et sa végétation, le tout accompagné d'excellentes photographies illustrant les principaux habitats de l'île. L'ouvrage se poursuit par une introduction sur les amphibiens et les reptiles (systématique, anatomie, physiologie, reproduction et comportement). Les auteurs présentent ensuite les trois espèces d'amphibiens de Chypre, famille par famille, espèce par espèce. Pour chaque espèce, ils fournissent le nom commun anglais, grec et turc, plusieurs photographies, une discussion complète et détaillée sur sa taxonomie et le statut taxonomique des populations locales, des photographies de son habitat, une diagnose et description des populations chypriotes, leur répartition détaillée matérialisée par une carte à points, leurs affinités biogéographiques et les caractéristiques de leur écologie pour s'achever par les traits marquants de leur comportement. Les mêmes informations sont fournies pour les reptiles (deux tortues marines, deux tortues aquatiques, une tortue terrestre, onze lézards et autant de serpents). Parmi les tortues, notons la présence de la Tortue à tempes rouges *Trachemys scripta elegans*, introduite mais encore peu présente sur l'île. Les auteurs ont délibérément choisi de traiter les tortues terrestres du genre *Testudo* sous la dénomination *Testudo* spp. tant les introductions ont été nombreuses et concernent une multitude d'espèces du pourtour méditerranéen. Chaque espèce de Chypre est ainsi traitée, apportant beaucoup d'informations inédites fort intéressantes, complètes et détaillées.

Après cette présentation des espèces, qui occupe les 4/5e de l'ouvrage, les auteurs tentent une analyse zoogéographique de l'herpétofaune de Chypre. Cette analyse très documentée est originale et prend en compte les données moléculaires et les fossiles disponibles pour tenter de mieux appréhender la colonisation de l'île. La discussion aborde tour à tour endémisme, nanisme et gigantisme. C'est durant la crise messinienne de salinité (Miocène ; 5-6 MA) ayant permis une connexion terrestre avec le continent que la majorité des organismes terrestres sont arrivés à Chypre. Finalement les auteurs notent le faible endémisme relativement au nombre d'espèces rencontrées sur l'île. Les données actuelles concernant les populations chypriotes sont principalement basées sur la morphologie. Il demeure probable que des différences spécifiques parfois majeures détectables génétiquement restent à découvrir. L'ouvrage se poursuit par une synthèse des influences de l'herpétofaune de Chypre sur la culture humaine et le folklore local, puis un survol des principales menaces et des mesures conservatoires entreprises ou à développer sur l'île, sans oublier l'éducation du public. Les auteurs fournissent ensuite un glossaire, de nombreuses références bibliographiques suivies d'un index puis d'une clé d'identification des espèces chypriotes. Enfin un appendice expose la conduite à tenir en cas de morsure par un serpent venimeux.

Cet ouvrage est une véritable mine de renseignements. Il est complet, ordonné, magnifiquement bien illustré et répond clairement à toutes les attentes du lecteur. Les photographies, parfois inédites, sont superbes et utiles, illustrant les caractéristiques morphologiques les plus importantes des espèces comme par exemple le plastron, la coloration sous-caudale ou ventrale, les variants de coloration, les habitats, certains comportements spécifiques, les prédateurs, les terriers, etc. *The Amphibians and Reptiles of Cyprus* est sans aucun doute une réussite et il faut en féliciter à la fois les auteurs et les éditions Chimaira.

Ivan INEICH
Muséum national d'Histoire naturelle
Département de Systématique et Évolution
CNRS UMR 7205 (Origine, Structure et Évolution de la Biodiversité)
25 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles & Amphibiens)
75005 Paris

Société Herpétologique de France

Bulletin de liaison

2e trimestre 2010 **N° 134**

SOMMAIRE

Compte-rendu du 37e Congrès annuel de la Société Herpétologique de France à Montpellier du 8 au 10 octobre 2009 69
Jean-Pierre VACHER et Christophe EGGERT

Compte-rendu de l'Assemblée générale de la Société Herpétologique de France du 10 octobre 2009 à Montpellier 71
Michelle GARAUDEL et Bernard LE GARFF

Rapport moral de l'Assemblée générale 2009 75
Franck PAYSANT

Rapport d'activité de l'Assemblée générale 2009. 77
Michelle GARAUDEL

Rapport financier du trésorier pour l'année 2008 78
Frédéric TARDY

Compte-rendu d'activité de la commission Répartition 2009 85
André MIQUET

Bull. Soc. Herp. Fr. (2010) 134: 69-89

Compte-rendu du 37e Congrès annuel de la Société Herpétologique de France à Montpellier du 8 au 10 octobre 2009

Le congrès annuel 2009 de la SHF a été organisé par l'association Herpetologia à l'initiative de Marc CHEYLAN, au Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE) du CNRS à Montpellier. Il s'est déroulé dans l'amphithéâtre du CEFE pour les communications orales et dans le hall de cet amphithéâtre pour la présentation des posters. Le CEFE comporte plusieurs départements de recherche, dont celui de Dynamique des Systèmes Écologiques (responsable John THOMPSON), au sein duquel se trouve l'équipe Écologie et Biogéographie des Vertébrés, dirigée par Roger PRODON. L'équipe, qui accueille Marc CHEYLAN, Philippe GENIEZ, Claude-P. GUILLAUME et actuellement Aurélien BESNARD, travaille entre autres sur l'herpétofaune méditerranéenne. Avec Pierre-André CROCHET, amphibiens et reptiles méditerranéens sont également des thèmes de recherche de l'équipe Biométrie et Biologie des Populations (responsable Roger PRADEL), au sein du département Biologie des Populations, dirigée par Philippe JAME. C'est donc tout naturellement que le CEFE a accueilli le 37e congrès de la SHF.

Les communications orales ont été présentées le jeudi 8 et le vendredi 9 octobre, le samedi 10 octobre était consacré aux réunions des commissions Répartition et Conservation le matin, et à l'Assemblée générale de l'association l'après-midi.

Le thème général du congrès était "Conservation de l'herpétofaune méditerranéenne". Les communications dédiées au thème ont été présentées jeudi et vendredi matin. Les communications libres ont été présentées jeudi et vendredi après-midi.

Le congrès a débuté par une allocution de bienvenue prononcée par Jean-Dominique LEBRETON, Directeur du CEFE-CNRS qui nous a aussi rappelé l'intérêt d'études de l'herpétofaune dans le cadre des changements climatiques à venir. Marc CHEYLAN, organisateur du congrès, a ensuite présenté son déroulement.

La première session de communications a débuté avec un exposé sur le vaste thème des effets des changements climatiques sur les répartitions des reptiles en Europe par Jean-François LE GALLIARD. Des collègues espagnols ont présenté plusieurs communications sur des problématiques de conservation de l'herpétofaune en Catalogne. Xavier SANTOS nous a présenté le déclin de la Couleuvre vipérine, *Natrix maura*, dans le delta de l'Ebre, Albert MONTORI a exposé des données sur l'expansion historique du Discoglosse peint, *Discoglossus pictus*, et Albert BERTOLERO a présenté les résultats d'un suivi, mené pendant 22 ans, d'une opération de relâcher de Tortue d'Hermann, *Testudo hermanni*, dans le delta de l'Ebre. Soulignons que nos collègues espagnols ont eu la gentillesse de présenter leurs communications en français. Plusieurs communications ont également concerné l'herpétofaune du Maghreb. Xavier BONNET nous a présenté une communication sur la résistance de la Tortue mauresque, *Testudo graeca graeca*, en zone aride et dégradée au Maroc. Nawal HICHAMI a également

abordé cette espèce, son déclin dans le centre-ouest du Maroc et une proposition de plan de conservation. Olivier Lourdais a exposé un intéressant travail sur l'écologie particulière du gecko *Quedenfeldtia trachycephalus* dans les hautes montagnes marocaines. Toujours au Maroc, une communication de Mónica Feriche concernait l'exploitation des serpents par les Aissaouas pour les spectacles folkloriques et leur impact sur les populations naturelles. Sonia Ben Hassine a présenté un exposé sur l'écologie de la Tortue caouane, *Caretta caretta*, en Tunisie. Le statut de conservation (Liste rouge) de l'herpétofaune marocaine (Juan Pleguezuelos), et une étude de population de l'Émyde lépreuse, *Mauremys leprosa* (Mohamed Naimi), ont complété ce passionnant tour d'horizon méditerranéen.

Ylenia Chiari nous a présenté, en anglais, les premiers résultats d'une étude sur la phylogénie et la phylogéographie des salamandres cavernicoles du genre *Hydromantes* en Sardaigne.

Enfin, le reste des communications sur le thème concernait l'herpétofaune française. D'intéressants résultats sur la génétique des populations de Vipère d'Orsini, *Vipera ursinii*, ont été présentés par Anne-Laure Ferchaud, une étude menée dans le cadre du programme LIFE "Vipère d'Orsini". Sur le même thème, des données sur la survie des juvéniles ont été présentées par Jean-Pierre Baron et Régis Ferrière. Les tortues sont toujours très étudiées, et nous avons assisté à une communication sur la Tortue d'Hermann et deux sur la Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, et une sur les transmissions de parasites. L'autre amphibien méditerranéen qui a fait l'objet d'une présentation est le Pélodyte ponctué, *Pelodytes punctatus*, dont la stratégie de reproduction nous a été présentée par Hélène Jourdan. Des méthodes de suivis d'amphibiens en Camargue présentées par Anthony Olivier ont apporté des idées pour un protocole national standardisé.

Les communications libres étaient variées, abordant des sujets exotiques comme un inventaire de serpents marins et de leurs morsures au Viêt Nam par Michel Barme, ou des sujets plus proches, comme les préférendums thermiques des deux espèces de vipères, *Vipera aspis* et *Vipera berus*, l'influence des changements climatiques sur le phénotype du lézard vivipare, *Zootoca vivipara*, ou encore la digestion et le stress chez les vipères. Une communication a abordé le sujet de l'éducation à l'environnement et l'intérêt du contact physique avec les serpents. Le chapitre Amphibiens et Reptiles de la toute récente Liste rouge nationale a également été présenté.

Une douzaine de posters était visible durant tout le congrès. Deux d'entre eux concernaient la conservation du Lézard ocellé sur la frange atlantique. Un poster de nos collègues espagnols relatait des premiers résultats de génétique appliquée à la conservation de la très rare Grenouille des Pyrénées, *Rana pyrenaica*. Un poster original, présenté par notre collègue italien Raoul Manenti, montrait comment sauver des larves de salamandres encore vivantes du ventre de leur mère récemment écrasée sur la route. L'association Cistude Nature avait apporté une très belle exposition qui dresse le panorama de l'herpétofaune d'Aquitaine. Et l'équipe du programme LIFE "Vipère d'Orsini" a présenté une exposition itinérante très complète sur les divers aspects de la préservation de l'espèce en France.

Pour résumer, les communications étaient de grande qualité et diversifiées, et il était très plaisant d'une part de voir tant de collègues étrangers (espagnols, marocains, tunisiens, italiens, suisses, belges) avoir fait le déplacement jusqu'à Montpellier pour ce congrès, et d'autre part de voir le nombre de jeunes chercheurs ou futurs chercheurs venir présenter les résultats de leurs travaux. C'est encourageant pour l'avenir de l'herpétologie en France.

Ce congrès était également l'occasion d'échanger de manière plus cordiale et décontractée, pendant les sessions posters, les pauses déjeuner, le buffet du jeudi soir et le repas de gala du vendredi. Hormis le jeudi soir avec ses pluies torrentielles mémorables, la météo était très clémente durant tout le congrès. Les congressistes ont pu bénéficier des tables placées dehors sous les Pins à crochets dans l'enceinte du CEFE. L'association Herpetologia nous a offert un buffet pour clôturer la journée de jeudi. Cette attention fut très appréciée, et a permis de poursuivre les discussions dans une ambiance très conviviale.

Le repas de gala a été pris au restaurant l'Orchis qui se situe en plein centre de Montpellier, sur la place de l'église Saint Roch. Quelques congressistes ont ainsi pu observer les Tarentes de Maurétanie, *Tarentola mauritanica*, sur les murs de la vieille ville, avant le dîner. Le repas était très plaisant et convivial, le restaurant étant intégralement réservé pour la SHF ! Quelques congressistes sont ensuite allés se désaltérer dans un pub irlandais non loin, dont toute la délégation espagnole, dans une ambiance bon enfant et polyglotte.

Pour certains, une sortie sur le terrain a agrémenté la journée de dimanche, avec une visite guidée de sites de réintroduction de cistudes et des étangs littoraux de Villeneuve-lez-Maguelonne. Nous remercions Madame Frédérique Malgloire, technicienne de la réserve pour ses explications sur l'opération en cours à la Réserve naturelle nationale de l'Estagnol (enclos d'élevage et suivi télémétrique des cistudes).

Au final, ce congrès aura été un franc succès, réunissant pas moins de 140 participants et une dimension internationale indéniable. Nous tenons à remercier M. Jean-Dominique Lebreton, directeur du CEFE-CNRS, pour avoir accueilli le congrès. Enfin, nous félicitons Marc Cheylan, et l'équipe de l'association Herpetologia, à savoir Guillelme Astruc, Thibaut Couturier, Françoise Poitevin, Anne-Laure Ferchaud et Philippe Geniez pour l'organisation de ce 37e congrès annuel de notre société.

Jean-Pierre VACHER et Christophe EGGERT

Compte-rendu de l'Assemblée générale de la Société Herpétologique de France du 10 octobre 2009 à Montpellier

La séance est ouverte à 14 h30.

En l'absence du Président, Franck Paysant, Bernard Le Garff, mandaté par le Conseil d'administration, ouvre l'Assemblée générale et accueille les membres de la Société. Il propose de commencer par le renouvellement des membres du Conseil d'administration et demande aux candidats présents de bien vouloir se présenter :

Madame Barbara LIVOREIL
Monsieur Jacques CASTANET
Monsieur Patrick HAFFNER, représenté par Jean LESCURE
Monsieur Claude MIAUD, représenté par Jacques CASTANET
Monsieur Frédéric TARDY, représenté par Michelle GARAUDEL
Messieurs C. EGGERT et G. OLIVER sont les scrutateurs pour ce vote.

La Secrétaire Générale relate le rapport moral du Président qui est approuvé à l'unanimité.

La Secrétaire Générale, Michelle GARAUDEL, présente le rapport d'activités de la Société, également adopté à l'unanimité.

La Secrétaire Générale demande à l'Assemblée générale de voter, selon les statuts, l'autorisation de changer le siège social de la Société et de laisser décider au Conseil de l'endroit le plus judicieux. Cette autorisation est votée à l'unanimité.

En l'absence du Trésorier, Michelle GARAUDEL soumet au vote le rapport financier de Frédéric TARDY. Il est adopté à 54 voix sur 55 et une abstention. Les comptes ont été préalablement visés par deux contrôleurs aux comptes, Madame BILBAUT et Monsieur OLIVER. Une discussion s'ensuit pour réfléchir sur une meilleure stratégie de fidélisation des adhérents. Madame B. LIVOREIL propose une adhésion pour trois ans, ce qui réduirait les charges de travail et augmenterait les recettes de Trésorerie. J. CASTANET insiste sur la nécessité de recruter de nouveaux membres.

La proposition d'augmenter la cotisation, pour les plus de 25 ans, est soumise au vote de l'Assemblée générale. Elle passerait de 44 Euros à 45 Euros, les tarifs préférentiels restant inchangés. Le résultat est de 17 votes pour l'augmentation et 12 votes contre. L'augmentation est adoptée. Il est également souhaité par l'ensemble des personnes présentes que la différence entre le tarif membre et non membre soit égale à la cotisation lors des manifestations, telles que le Congrès, les stages, etc.

1. Résultats du vote pour le renouvellement du Conseil d'Administration

Cinq candidats se sont présentés pour les cinq postes vacants. L'assemblée se compose de 55 votants, aucun bulletin nul ou blanc n'a été dépouillé.

- Jacques CASTANET :	52 voix.	Élu
- Patrick HAFFNER :	49 voix.	Élu
- Barbara LIVOREIL :	52 voix.	Élue
- Claude MIAUD :	51 voix.	Élu
- Frédéric TARDY :	54 voix.	Élu

2. Mise au point sur le *Bulletin* (Ivan INEICH)

Pour l'année 2009 les quatre numéros du *Bulletin* seront publiés dans les délais : le numéro 129 (publié), le numéro double 130-131 (publié en octobre 2009) et en fin d'année le numéro 132 qui est quasi-achevé. En ce qui concerne le numéro spécial du *Bulletin* qui devait être dédié aux Tortues marines suite aux communications issues du Congrès de La Rochelle,

son responsable, Jacques Frétey, a annoncé l'abandon de ce volume car les articles promis n'ont pas été reçus. En revanche deux autres numéros spéciaux sont en prévision, l'un qui devrait faire suite au Colloque Tortues Marines organisé par Jean Lescure et Françoise Claro en janvier 2010 à Paris (MNHN) et le second qui serait supervisé par Alain Morand et concernerait les gestionnaires qui interviennent sur les espèces de l'herpétofaune et sur leurs milieux en France.

Ivan Ineich a modifié la présentation du *Bulletin* en plaçant les sommaires français et anglais ensemble sur la quatrième de couverture, ce qui permet d'un coup d'œil et sans ouvrir un numéro d'apprécier son contenu. La possibilité de publier le *Bulletin* en couleur reste toujours sans suite. Plusieurs personnes s'étaient engagées pour se renseigner lors du Congrès de La Rochelle mais rien n'a été fait depuis. Ivan Ineich s'est proposé pour consulter quelques imprimeurs et obtenir des devis. La publication en couleur de notre *Bulletin* serait très appréciée et apporterait sans aucun doute une nouvelle note agréable et des articles plus variés. Il propose également deux nouvelles rubriques dans les numéros du *Bulletin* à venir, des biographies complètes et détaillées des herpétologues français actifs ou retraités (avec bibliographie exhaustive) et une présentation de tous les intervenants français dans le domaine de l'herpétologie (bureaux d'études, laboratoires privés, ONF, ONCFS, INRA, MNHN, CNRS, universités,…). Les biographies pourront être rédigées par une personne proche, par exemple un ancien étudiant pourrait rédiger la biographie de son Directeur de thèse. Chaque numéro ou un numéro sur deux, pourra ainsi présenter un herpétologue et/ou une structure impliquée dans l'étude ou la conservation des reptiles et des amphibiens, avec des illustrations originales. Nous comptons sur vous tous pour alimenter ces deux nouvelles rubriques, sinon elles ne verront jamais le jour ou seront rapidement abandonnées. Ivan Ineich propose également de mettre en place, dans les prochains *Bulletins*, de très courtes notes présentant une nouvelle localité pour une espèce ou une observation originale d'histoire naturelle (alimentation, prédation, reproduction, coloration,…). Ces notes de quelques lignes se feront selon un modèle établi et permettront, sans rédaction souvent fastidieuse pour les naturalistes, de mettre à la disposition de la communauté herpétologique de nombreuses observations souvent perdues par le passé. Finalement, il propose que la Société Herpétologique de France attribue chaque année un Prix de la Meilleure Thèse ou du Meilleur Mémoire en herpétologie. Nous comptons sur tous les membres pour nous faire connaître les diplômes soutenus dans notre domaine. Chaque thèse ou diplôme proposé sera analysé par le Conseil d'administration et le meilleur auteur désigné, annoncé et récompensé officiellement lors du Congrès suivant s'engagera à faire une présentation orale de son mémoire lors de ce congrès.

Le Conseil d'administration a décidé de mettre gratuitement à disposition, sur internet (site SHF), l'ensemble des articles des *Bulletins* sauf les deux dernières années à un instant donné. Ivan Ineich va s'occuper de leur mise en ligne avec l'aide de notre webmaster (Daniel James Phillips). Il faudra cependant scanner certains anciens numéros, une lourde tâche pour laquelle se sont proposés Jacques Castanet, Marc Cheylan, Christophe Eggert, Jean-Christophe de Massary et Guy Naulleau, puis Patrick Haffner. Jacques Castanet a fait remarquer, à juste titre, que le Comité de rédaction du *Bulletin* n'est plus d'actualité et qu'il

faudrait le moderniser. Il va fournir la liste des personnes à remplacer et I. Ineich va se charger de sélectionner de nouveaux membres qu'il soumettra rapidement au Conseil d'administration pour approbation. Cette modification devrait pouvoir se faire dans l'un des numéros de l'année 2010. Finalement, durant l'assemblée générale de Montpellier, Guy Naulleau a félicité Ivan Ineich pour la qualité du *Bulletin*.

3. Rapport des commissions

• *Commission Conservation* : présentée par J. P. Vacher et O. Lourdais.

La commission a un nouveau courrier concernant l'arrêté du 19 novembre 2007 et informe de la mise en place d'un observatoire national des Amphibiens et des Reptiles. Elle a présenté les différents plans d'actions nationaux qui concernent l'herpétofaune, a fait un compte-rendu sur les journées de la conservation de Ménigoute, sur une opération de protection de la Vipère d'Orsini et a signalé que la commission avait son blog où chacun pouvait s'y rendre pour information ou participation.

G. Oliver résume les activités réalisées par le réseau Tortues marines de Méditerranée française. Tout d'abord un stage de perfectionnement des observateurs a été organisé à Port Leucate et à la clinique vétérinaire de Sigean, 16 candidats ont suivi ce stage pour intégrer le réseau. Le programme comprenait 14 conférences et exposés oraux et 2 ateliers pratiques.

• *Groupe Cistude*

André Miquet a précisé que ce groupe travaillait en réseau, au-delà de la Société mais sous son égide, ce qui a permis le montage du Plan d'action pour la Cistude, ce plan devant être validé pour la fin de l'année 2009.

• *Commission Répartition*

Jean Lescure déplore le blocage de l'Atlas en raison de la charge de travail du Service du Patrimoine Naturel. J. Castanet propose de demander à Gilles Bœuf, président du Muséum national d'Histoire naturelle, de trouver une solution pour publier l'Atlas. Une date butoir, à savoir fin juin 2010, est fixée par l'Assemblée générale qui donne mandat à Jacques Castanet pour intervenir. La proposition soumise au vote à main levée recueille l'unanimité moins une voix. Jacques Castanet sera muni d'une lettre officielle du Président.

4. Questions diverses

Lors du Conseil précédent l'Assemblée générale, Ivan Ineich a proposé que la Société attribue deux prix, pour le Congrès 2010, le premier récompenserait la meilleure thèse et le second la meilleure communication. Dans un premier temps, le Conseil donne son accord pour un prix de thèse ou mémoire. Ivan Ineich rédigera le questionnaire et recrutera le jury. L'Assemblée générale donne son accord.

L'Assemblée générale est levée à 16h30.

La Secrétaire Générale, Michelle GARAUDEL
Pour le Président, Bernard LE GARFF

Rapport moral de l'Assemblée générale 2009

Cinq membres du Conseil d'administration sont sortants en 2009. Parmi eux, Pascal Arlot a rempli les fonctions de secrétaire adjoint pendant ces trois dernières années. Assidu aux différentes réunions du conseil, il a régulièrement contribué aux prises de décision de notre Société mais de nouvelles responsabilités professionnelles ne lui permettent plus d'assurer son engagement au sein du Conseil d'administration. Robert Guyétant, que l'on ne présente plus, et Max Goyffon, qui ne souhaite pas se représenter au CA, ont su, lors de leurs mandats respectifs, distiller leurs conseils avisés et se sont investis durablement pour le rayonnement de notre société. Ils demeureront, j'en suis convaincu, très impliqués dans la vie de la SHF. Frédéric Tardy, après avoir effectué un mandat de 3 ans, se présente à nouveau au Conseil. Il est un des garants, depuis de très nombreuses années déjà, du maintien de la qualité de la trésorerie, et concourt à l'équilibre financier de la société pour lui assurer un fonctionnement serein. Il accomplit une tâche de plus en plus ardue et lourde avec un dévouement que je me devais ici de souligner. Fabrice Thete, responsable de la Commission Terrariophilie, quitte le conseil et c'est avec beaucoup de regret qu'il faut se résoudre à son départ. Toujours parfaitement informé de l'évolution de la législation, il a su prodiguer au sein du conseil nombre de conseils avisés et œuvrer avec beaucoup de pédagogie pour l'information des passionnés d'amphibiens et reptiles en captivité, que compte notre société. Il n'est malheureusement plus aussi disponible qu'auparavant et la Commission Terrariophilie se doit de lui trouver un successeur.

Au cours de l'année écoulée, la Société Herpétologique de France s'est particulièrement investie dans un certain nombre d'actions dont l'organisation de différents stages de formation. Citons par exemple un stage de formation et de perfectionnement relatif à l'observation des tortues marines en Méditerranée française, du 3 au 4 avril 2009, sous la responsabilité de Guy Oliver. Mentionnons encore un stage portant sur la détermination et la manipulation des larves d'amphibiens, destiné aux membres du réseau herpétologique de l'ONF qui a été encadré, du 2 au 5 juin 2009 à Velaine en Haye, par Jean-Pierre Vacher et Christophe Eggert et un autre stage de formation à la capture des reptiles qui a été organisé à Chizé par Olivier Lourdais du 11 au 15 mai 2009. L'Observatoire des amphibiens et reptiles de France se met progressivement en place. Une réunion, concernant le suivi des amphibiens, a eu lieu au printemps dernier ici même à Montpellier avec l'ensemble des partenaires impliqués dans cette problématique. Un protocole « amphibiens » devrait donc bientôt être proposé par Jean-Jacques Morère. Sur les mêmes bases, la commission conservation de la SHF a été mandatée par le CA pour mettre en place un groupe de travail « Suivis reptiles » pour accentuer la réflexion sur cette thématique et faire des propositions concrètes de protocoles standards. Un enseignement sur les amphibiens, reptiles et arthropodes a été élaboré au sein de l'IFORE qui gère la formation continue des agents, des vétérinaires et/ou des techniciens des DSV. Cette demande du MEEDDAT fait suite aux excellents retours émanant du Stage d'Herpétologie préparatoire au Certificat de capacité organisé par Guy Naulleau sur le site de TOUROPARC avec l'aide de Fabrice Thete. Ces deux stages seront organisés en alternance. La

tenue de la 4e journée nationale sur la conservation des Amphibiens et des Reptiles, le 30 octobre 2009, est désormais attendue par le public naturaliste, dans le cadre du festival de Ménigoute. Cette journée sera suivie cette année d'une journée « table ronde » le samedi 31 octobre sur la thématique: « Importance des lisières pour l'herpétofaune ». Il faut féliciter Olivier LOURDAIS et la commission Conservation, pour avoir pris en charge l'organisation de cette manifestation, dont le succès est grandissant d'année en année.

De nouvelles conventions ont été signées, avec le Conseil Régional de l'Île-de-France et le Conseil général de Seine-Saint-Denis. Ces conventions sont générées et gérées par Jean LESCURE, avec beaucoup d'énergie et de ténacité. Un colloque sur la conservation des tortues marines en France métropolitaine et d'outre-mer, du 20 au 22 janvier 2010, sous la responsabilité de Jean LESCURE et de Françoise CLARO sera prochainement organisé. Ce colloque fait suite au dernier congrès de la SHF à La Rochelle et à la dynamique qui s'en est dégagée.

Mais certaines actions entreprises l'année précédente n'ont pas abouti et nécessitent un engagement renouvelé, je pense en particulier à l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Nous avions déjà évoqué ce point lors de la dernière Assemblée générale à La Rochelle, la réponse du ministère ne nous ayant pas satisfait. La commission Conservation, par l'intermédiaire de Jean-Pierre VACHER, a rédigé une motion en ce sens qui vous sera présentée puis soumise au vote. J'adhère totalement à cette démarche. De même, le problème récurrent de l'atlas de répartition des Amphibiens et des Reptiles de France. Le manuscrit a été déposé par Jean LESCURE au service responsable de la diffusion des données. La mise en forme du manuscrit a débuté mais demeure tributaire de la sortie définitive des cartes de répartition. Or, aucun délai de publication ne nous a été communiqué par le Service des publications du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

Le fonctionnement des commissions a été assez inégal. La commission Conservation et son groupe Cistude sont particulièrement dynamiques, pour preuve les diverses activités que je viens de vous relater, mais aussi son action exemplaire en faveur de la Vipère d'Orsini sur le mont Ventoux dans le cadre de Mondovelo. De plus, pour faciliter l'échange d'information entre ses membres, la Commission conservation a mis en place un blog directement accessible à partir du site de la Société et coordonné par Jean-Pierre VACHER. Le groupe Cistude est, par ailleurs, totalement investi dans le plan d'action national, la première phase ayant été réalisée par Stéphanie THIENPONT.

Une réunion devra être organisée entre les terrariophiles et les membres du Conseil pour réactiver la commission Terrariophilie, d'autant que Fabrice THETE, sortant du CA, souhaite « passer » le flambeau.

La commission Répartition avec Jean LESCURE a finalisé l'Atlas, mais les coordinateurs régionaux seront à nouveau sollicités dans le cadre de l'observatoire national des amphibiens et reptiles.

Le contact avec les adhérents est régulier et dynamique : que ce soit par l'intermédiaire du site Web géré de main de maître par Daniel PHILLIPS ou par le biais du *Bulletin*, avec Ivan INEICH comme directeur de publication, qui assure un rythme de parution du *Bulletin* satisfai-

sant et régulier, pour preuve le numéro double 130-131 qui nous est récemment parvenu. Rappelons aussi le blog de la Commission Conservation. D'importants progrès ont donc été réalisés en termes de communication mais il reste encore beaucoup à faire. Je profite de cette Assemblée Générale pour renouveler mon appel à tous les adhérents motivés qui souhaiteraient s'investir dans les différentes commissions que compte la SHF. L'avenir de la SHF est l'affaire de tous et c'est par notre investissement que nous ferons perdurer et évoluer notre société.

Comme je vous l'évoquais l'année dernière, plusieurs propositions ont été reçues par le Conseil d'Administration pour l'organisation des prochains congrès : Nice, Chambéry, Clermont-Ferrand, La Ferme aux Crocodiles (Pierrelatte) et tout dernièrement la LPO Isère, qui a déjà récemment organisé la journée technique du Triton crêté où un certain nombre d'entre nous étaient présents. Pour le moment, aucune décision n'a encore été arrêtée.

Soyez convaincus que je regrette sincèrement de ne pas avoir été parmi vous lors de ce congrès. Je vous remercie de votre attention.

Le Président
Franck PAYSANT

Rapport d'activité de l'Assemblée générale 2009

Le Conseil d'administration s'est réuni quatre fois cette année : en octobre 2008, janvier et mars 2009, le 10 octobre 2009.

Le rapport moral de notre Président vous a relaté les différentes actions engagées et à poursuivre par notre Société. Les commissions présentes, Conservation, Répartition, Groupe Cistude, vous développeront toutes les actions entreprises depuis notre dernière Assemblée Générale.

La Commission Conservation a organisé plusieurs stages de formation : un stage sur les Tortues marines en Méditerranée sous la responsabilité de G. Oliver, un stage sur la détermination des larves d'Amphibiens à destination du personnel de l'Office National des Forêts et un autre sur la capture des Reptiles. La commission a une proposition de motion à vous proposer et à soumettre à votre approbation. Elle a également organisé la journée sur la conservation des Amphibiens et des Reptiles à Ménigoute. Elle suit et participe aux plans d'actions nationaux.

Le groupe Cistude de la Société et les autres groupes cistude d'associations locales ont travaillé à la réalisation d'un plan d'action en faveur de la Cistude qui sera validé prochainement et mis en place.

Jean Lescure, pour la Commission Répartition, vous relatera les différentes étapes restantes pour la sortie de notre Atlas.

La commission Terrariophilie est toujours sans responsable, je profite de cette Assemblée générale pour faire appel aux terrariophiles présents afin que cette importante commis-

sion puisse continuer à fonctionner. Je rappelle qu'il serait souhaitable que la responsabilité des différentes commissions soit assurée par un binôme.

Guy NAULLEAU organise la semaine prochaine un stage destiné aux professionnels qui s'adressera, cette fois, au personnel des Directions des Services Vétérinaires.

Cette année, nous devons régler un problème de fonctionnement. Jacques CASTANET, dont le laboratoire abritait notre siège social, est parti en retraite ce qui implique, pour notre Société, un changement de siège social urgent qui doit être approuvé par nos membres lors de cette Assemblée générale, en donnant pouvoir au Conseil d'administration pour choisir un nouveau lieu.

Je laisse à présent la parole aux responsables des commissions et aux différents votes proposés.

Bonne fin de congrès à tous.

La Secrétaire Générale
Michelle GARAUDEL

Rapport financier du trésorier pour l'année 2008

Au 31 décembre 2008, la SHF comptait 378 adhérents (370 en décembre 2007) dont 311 (321 en 2007) étaient à jour de cotisation (soit 82 %). 16 nouveaux membres ont adhéré en 2008. Au 30 septembre 2009, 289 membres sur 378 sont à jour de cotisation.

Résultats 2008

Au 31 décembre 2008, le montant des dépenses engagées s'élevait à 46 979,25 €. A la même période, nous avons enregistré des recettes pour un montant de 35 283,03 €. Le résultat d'exploitation est donc négatif pour un montant de 11 696,22 €

- Les recettes provenant des **cotisations et dons,** avec un montant de 12 821,05 €, représentent 36,5% de la recette.

- Les recettes provenant des conventions (17 622 €) représentent 50% des recettes globales.

- Les frais de gestion de l'ensemble de ces conventions s'élèvent, pour 2008, à 1959 €, soit 5,6 % des recettes.

- Le produit de la **vente des livres, avec un montant de 1 431,98** € représente 4 % des recettes. Il a légèrement augmenté par rapport à 2007 (**1 303,50** €). Le poste « achat de livres pour la revente » est en baisse, soit 942,49 € (2 094,41 € pour l'année 2007).

En séparant la section « Conventions » de la partie « SHF », nous obtenons les résultats suivants :

Conventions :	Recettes : 17 622,00 €	Dépenses : 26 211,69 €	Bilan : **-8 589,69 €**
SHF :	Recettes : 17 661,03 €	Dépenses : 20 767,56 €	Bilan : **-3 106,53 €**

(Concernant les conventions, le déficit vient du fait que la somme due à la SHF au titre de la convention « Seine-Saint-Denis », d'un montant de 22 000 € et qui aurait dû être versée fin 2008, l'a été en janvier 2009. Pour la section SHF, les frais de secrétariat de la trésorerie 2007 (affranchissements, frais de comptabilité, étiquettes,…) qui se montent à 2 384,50 € ont été payés en 2008. Sans ce décalage, le bilan de la section SHF serait pratiquement en équilibre -722,03 €).

Les frais concernant le Président, le Conseil d'administration, le Secrétariat, le Trésorier sont en hausse : 8 555,25 € en 2008 contre 3 559,87 € en 2007.

Le fonctionnement des commissions a entraîné des dépenses qui se sont montées en 2008 à 819,68 € contre 572,30 € en 2007.

Le coût global des bulletins (impression, rédaction, envoi) s'élève quant à lui à 11 138,55 € (4 bulletins).

Les comptes de bilan font apparaître des réserves pour un montant de 92 613,22 €. Au 31/12/08, nous avions, pour des besoins éventuels de trésorerie, des SICAV pour un montant de 29 994,76 €.

Les comptes prévisionnels pour l'année 2009 font apparaître des dépenses pour un montant de 100 550 €.

Résultat d'exploitation pour 2008			
Dépenses en Euros		**Recettes en Euros**	
Fournitures et divers	2 838,55	Vente de livres et Autocollants	1 431,98
Produit pour vente	942,49	Réalisation d'études	17 622,00
Assurances	168,44	Cotisations et dons	88,00
Rédaction bulletin	1 373,80	Cotisation 2007	1 199,00
Impression bulletin	5 797,65	Cotisation 2008	11 440,05
Routage bulletin	948,03	Cotisation 2009	94,00
Honoraire rédaction fiche	200,00	Produit de gestion	1 958,00
Prestation	9 000,00	Produits exceptionnels (dons)	1 450,00
Frais déplacement	5 284,89		
Frais secrétariat	2 286,72		
Affranchissement	5 331,16		
Cotisations diverses	42,00		
Frais de stand	370,00		
Rémunération du personnel	7 125,00		
Cotisations URSSAF	5 135,00		
Commissions, agios bancaires	89,52		
Pertes exceptionnelles	46,00		
Total dépenses	**46 979,25**	**Total recettes**	**35 283,03**
		Résultat	**-11 696,22**

Tableau 1	**Compte d'exploitation au 31 décembre 2008**				
Dépenses	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Cadeaux					
Fournitures diverses	1 066,96 €	3 004,83 €	2 951,85 €	3 117,43 €	2 838,55 €
Produit pour vente	882,48 €	1 251,89 €	1 272,01 €	2 094,41 €	942,49 €
Rédaction bulletin	427,61 €	1 879,56 €	857,85 €	2 710,19 €	1 373,80 €
Rédaction livre et atlas					
Impression bulletin	6 849,67 €	5 142,60 €	6 198,86 €	15 869,28 €	5 797,65 €
Routage bulletin	239,89 €	112,51 €	154,94 €	1 129,63 €	948,03 €
Frais déplacement	5 907,24 €	10 960,37 €	14 877,50 €	9 577,30 €	5 284,89 €
Frais secrétariat	1 143,36 €		2 286,72 €		2 286,72 €
Frais d'étude (avance)	6 253,08 €				
Affranchissement	2 071,98 €	1 896,84 €	4 988,58 €	4 856,50 €	5 331,16 €
Cotisations diverses	31,00 €	31,00 €	39,00 €	42,00 €	42,00 €
Frais organisation	3 325,05 €	160,50 €	7 701,58 €	3 196,50 €	
Assurances	159,30 €		163,81 €	168,44 €	168,44 €
Commissions, agios	27,43 €	32,66 €	77,05 €	241,46 €	89,52 €
Autocollants					
Fournitures et serv ext					
Réalisation CD Rom	1 802,37 €				
Vie Associative	231,87 €	2 223,27 €	534,61 €	840,00 €	
Achat matériel		2 744,67 €	1 454,85 €		
Avance		1 000,00 €		2 000,00 €	
Honoraire rédaction fiches				23 127,91 €	200,00 €
Rémunération personnel		13 187,78 €	20 023,88 €	13 077,01 €	7 125,00 €
Cotisation URSAAF		8 227,00 €	12 484,00 €	12 493,00 €	5 135,00 €
Prestation					9 000,00 €
Frais de stand					370,00 €
Pertes exceptionnelles					46,00 €
Total dépenses	**30 419,29 €**	**51 855,48 €**	**76 067,09 €**	**94 541,06 €**	**46 979,25 €**

Tableau 1 (suite)	Compte d'exploitation au 31 décembre 2008				
Recettes	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Vente de livres-Autocollants	1 180,59 €	1 565,40 €	1 518,15 €	1 273,50 €	1 431,98 €
Vente Pathologie des Tortues	957,50 €	521,40 €		30,00 €	
Réalisation d'études	36 955,47 €	21 150,00 €	47 565,00 €	72 360,00 €	17 622,00 €
Cotisation et dons					88,00 €
Cotisation 2003	853,76 €	183,00 €			
Cotisation 2004	9 704,28 €	1 277,00 €	183,50 €		
Cotisation 2005	50,00 €	12 735,44 €	1 440,00 €	108,00 €	
Cotisation 2006		50,00 €	13 722,90 €	1 320,00 €	
Cotisation 2007			150,00 €	14 203,41 €	1 199,00 €
Cotisation 2008				3 120,00 €	11 440,05 €
Cotisation 2009					94,00 €
Congrès Mouthiers			3 282,30 €		
Stage Chizé			4 750,00 €		
Produits financiers	623,70 €	677,43 €	505,98 €	869,91 €	
Recette Congrès Yvoire					
Produit de gestion	4 045,89 €	2 350,00 €	5 285,00 €	8 040,00 €	1 958,00 €
Régulation Avance	942,00 €				
Frais de Gestion Stage Capacité	504,00 €				
Stage SHF/SNDPZ				5 985,00 €	
Régulation avance		1 000,00 €			
Produits exceptionnels					1 450,00 €
Total recettes	**55 817,19 €**	**41 509,67 €**	**78 402,83 €**	**107 309,82 €**	**35 283,03 €**

Tableau 2	Comptes de Bilan en Euros				
ACTIF	**31/12/2004**	**31/12/2005**	**31/12/2006**	**31/12/2007**	**31/12/2008**
SICAV	47 676,63	47 676,63	47 676,63	29 994,73	29 994,76
Caisse Epargne	51,83	51,83	51,83	51,83	51,83
Banque BNP	6 145,55	6 859,94	6 961,43	15 439,00	15 518,03
C C P	45 401,63	34 575,98	35 116,23	57 520,19	46 342,24
Caisse	203,96	40,56	1 734,56	1 303,66	706,36
TOTAL ACTIF	**99 479,60**	**89 204,94**	**91 540,68**	**104 309,41**	**92 613,22**
PASSIF	**31/12/2004**	**31/12/2005**	**31/12/2006**	**31/12/2007**	**31/12/2009**
Réserve	74 081,70	99 550,75	89 204,94	91 540,68	104 309,44
Résultat	25 397,90	-10 345,81	2 335,74	12 768,76	-11 696,22
TOTAL PASSIF	**99 479,60**	**89 204,94**	**91 540,68**	**104 309,44**	**92 613,22**

Tableau 3				**Coût d'édition des bulletins en Euros**			
Année	**N°**	Fourniture	Affranchiss.	Rédaction	Impression	Routage	Total
2001-02	99	23,79	454,81	381,12	4 235,68	207,71	5 303,11
2002	100		376,41	500,00	6 278,74	295,55	7 409,94
2002	101		193,05	382,00	2 689,49		3 264,54
2002-03	102	76,28	276,14	382,00	1 560,85	128,67	2 423,94
2003	103-104		627,98		3 657,14	111,24	4 396,36
2003	105		243,50	21,60	3 254,68	128,98	1 978,63
2004	106		165,69		2 045,09		2 210,78
2004	107		249,97		2 028,35		2 278,32
2004	108			427,61	1 478,58	110,91	2 017,10
2005	109		27,70	349,06	1 842,50	112,51	2 331,77
2005	110		188,93	348,79	1 591,19		2 128,91
2005	111-112		790,80	660,99	1 708,91		3 160,70
2005	113-114			520,72			520,72
2006	113-114				1 503,38		1 503,38
2006	115			356,05	1 529,75		1 885,80
2006	116			501,80	1 655,21		2 157,01
2006	113 à 116		1280,62				1 280,62
2006	117		806,69		1 510,52	154,94	2 472,15
2007	117			458,47			
2007	118		849,68	795,01	1 577,47	228,60	3 450,76
2007	119		707,08	363,62	1 816,39	208,99	3 096,08
2007	120		708,31	509,21	1 679,77	109,75	3 007,04
2007	121		639,73	273,06	1 604,66	211,73	2 729,18
2008	124		732,74	838,49	1 368,08	212,12	3 151,43
2008	125		756,03	535,31	1 592,00	233,90	3 117,24
2008	126		751,64		1 439,01	282,73	2 473,38

Tableau 4	Frais de fonctionnement de la SHF en Euros				
	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Président	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
affranchissement					
Conseil d'Administration	**1 243,54**	**2 433,46**	**2 413,30**	**2 622,96**	**3 106,68**
déplacements	1 243,54	2 433,46	2 413,30	2 622,96	3 106,68
Secrétariat	**227,83**	**149,09**	**10,53**	**191,19**	**2 615,63**
fourn. bureau		149,09	10,53	122	405,55
frais secrétariat	1 01,81				1 143,36
affranchissement	1 26,02			69,19	1 066,72
frais déplacement					
Trésorier	**2 388,42**	**1 522,28**	**5 569,71**	**745,72**	**2 832,94**
fourn. bureau	302,24	70,89	1005,10	551,32	684,25
frais secrétariat	1 143,36		2286,72		1 143,36
affranchissement	938,32		2277,89	194,4	1 000,93
achat matériel		1 449,39			
Frais déplacement	4,50	2,00			4,40
Total Frais de fonctionnement	**3 859,79**	**4 104,83**	**7 993,54**	**3 559,87**	**8 555,25**

Tableau 5	Trésorerie disponible				
	31/12/2004	**31/12/2005**	**31/12/2006**	**31/12/2007**	**31/12/2008**
SICAV	47 676,63	47 676,63	47 676,63	29 994,76	29 994,76
Banque BNP	6 145,55	6 859,94	6 961,43	15 439,00	15 518,03
CCP	45 401,63	34 575,98	35 116,23	57 520,19	46 342,24
Caisse	203,96	40,56	1 734,56	1 303,66	706,36
Caisse Epargne	51,83	51,83	51,83	51,83	51,83
Total trésorerie disponible	**99 479,60**	**89 204,94**	**91 540,68**	**104 309,44**	**92 613,22**

BUDGET PRÉVISIONNEL 2009			
DÉPENSES	MONTANT en euros	RECETTES	MONTANT en euros
60 - Achat		70 - Ventes de produits finis, prestations de services	
- Fournitures et divers	5 700 €	- Marchandises (livres, autocollants…)	2 600 €
- Produits pour vente (livres)	2 000 €	- Prestations de service	
- Fournitures non stockables		- Produits des activités annexes (congrès, stages,…)	
- Fournitures d'entretien et de petits équipements	3 800 €		
- Fournitures administratives		74 - Subvention d'exploitation	
- Autres fournitures		- État :	
		- Ministère de l'Écologie (Tortues marines méditerranéennes)	15 000 €
61 - Services extérieurs		-Ministère de l'Écologie (Tortues marines)	65 450 €
- Sous traitance générale	19 900 €	- Région(s) :	
- Location mobilière et immobilière	500 €	- Île de France	15 000 €
- Entretien et réparation			
- Assurances	300 €		
- Documentation			
- Divers (cotisations...)	300 €	- Départements(s) :	
		- Seine-Saint-Denis	2 000 €
62 - Autres services extérieurs			
- Honoraires (frais de comptabilité et de gestion)	7 650 €		
- Publicité, publication, bulletins	13 000 €		
- Déplacements, missions	54 800 €	- Commune(s) :	
- Frais postaux et de télécommunication	3 000 €		
- Services bancaires		- Organismes sociaux :	
- Divers (organisation de manifestations…)			
		- Fonds européens	
63 - Impôts et taxes		- CNASEA (emplois aidés)	
- Impôts et taxes sur rémunérations		- Autres (précisez) :	
- Autres impôts et taxes			

BUDGET PRÉVISIONNEL 2009 (suite)			
DÉPENSES	MONTANT en euros	RECETTES	MONTANT en euros
64 - Charge de personnel		75 - Autres produits de gestion courante	
- Rémunérations du personnel	8 000 €	- Cotisations	15 000 €
- Charges sociales	4 500 €	- Autres	
- Autres charges de personnel			
65 - Autres charges de gestion courante		76 - Produits financiers	500 €
- Agios bancaires	100 €		
		77 - Produits exceptionnels	
67 - charges exceptionnelles		- Sur opérations de gestion	
		- Sur exercices antérieurs	
68 - Dotations aux amortissements, provisions et engagements		78 - Reprise sur amortissements et provisions	
TOTAL DES CHARGES PRÉVISIONNELLES		TOTAL DES PRODUITS PRÉVISIONNELS	
86 - Emploi des contributions volontaire en nature		87 - Contributions volontaires en nature	
- Secours en nature		- Bénévolat	
- Mise à disposition gratuite de biens et prestations		- Prestations en nature	
- Personnels bénévoles		- Dons en nature	
TOTAL DES CHARGES	115 550 €	TOTAL DES PRODUITS	115 550 €

Le Trésorier
Frédéric TARDY

Compte-rendu d'activité de la commission Répartition 2009

Plans d'actions nationaux

La SHF est sollicitée pour participer aux comités scientifiques et de pilotage des plans d'actions nationaux lancés par le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. À ce jour, six plans concernent les amphibiens et les reptiles :

- Pélobate brun et Crapaud vert : Diren coordinatrice : Lorraine ; rédacteur du plan : Biotope ; représentants SHF : Jean Lescure et Claude Miaud. Ces deux plans sont menés en parallèle. Les premières réunions ont eu lieu en 2009, une première version du plan a été rédigée et soumise aux membres du comité de validation. Une prochaine réunion aura lieu en janvier 2010, et la validation finale du plan est prévue pour septembre 2010.
- Sonneur à ventre jaune : Diren coordinatrice : Lorraine ; rédacteur du plan : Ecoter ; représentant SHF : Jean Lescure. Une première réunion s'est déroulée en septembre 2009, et a rassemblé une dizaine de personnes. Une seconde réunion du comité de pilotage aura lieu le 23 octobre 2009. Le plan est en cours de rédaction.
- Cistude d'Europe : Diren coordinatrice : Rhône-Alpes ; rédacteur du plan : Stéphanie Thienpont ; représentant SHF : Marc Cheylan. Le travail a débuté fin 2008. Chaque région concernée est représentée par une structure relais. Trois réunions se sont déroulées, en janvier 2009, juin 2009, et une réunion de validation du plan en septembre 2009. Les fiches actions du plan sont en cours de validation. La validation finale de ce plan est prévue pour début 2010.
- Lézard ocellé : Diren coordinatrice : Poitou-Charentes ; rédacteur du plan : Obios ; représentant SHF : Marc Cheylan. La rédaction et la mise en place des comités n'ont actuellement pas démarées.
- Émyde lépreuse : Un projet de plan national pour cette espèce sera coordonné par la Diren Languedoc-Roussillon. L'appel d'offre sera lancé en janvier 2010.

Le travail continue donc sur ces projets qui, une fois rédigés, verront leur phase de mise en application lancée sur une période de cinq ans.

Protocole de suivi des populations d'amphibiens

Une réunion sur les protocoles de suivi standardisé des amphibiens s'est déroulée les 20 et 21 mars 2009 au CEFE-CNRS de Montpellier, à l'initiative de Claude Miaud. Cette réunion avait pour but de relancer la dynamique sur ce sujet instaurée un an plus tôt par l'ONF et le réseau RNF lors d'un séminaire qui s'était tenu à Velaine-en-Haye. Des représentants de la SHF, du MNHN, de RNF, du CPIE Cotentin, et d'institutions scientifiques (universités et CEFE) étaient présents. Il a été précisé que de nombreux protocoles peuvent être mis en place sur les amphibiens, mais pour répondre à des objectifs différents. Les deux journées ont été entièrement dédiées à la discussion d'un protocole pour le suivi des populations d'amphibiens comme aide à la décision pour des actions de gestion (e.g., forêts, espaces protégés, etc.). Il s'agit en fait d'une modification du protocole MARE de Jean-Jacques Morère, qui ne remet pas en cause les données recueillies à ce jour avec ce protocole. M. Morère a pris note des modifications à apporter et fournira en juin le document révisé. Il reste encore un peu de travail sur les variables environnementales à sélectionner. Ce protocole sera donc disponible pour la saison 2010. Un appel sera fait auprès des coordinateurs régionaux, départementaux, et toutes structures ou individus susceptibles de le mettre en application pour une durée significative. Le travail réalisé autour des amphibiens sera transmis au groupe de personnes actuellement investi dans une réflexion similaire sur les reptiles à l'initiative d'Oli-

vier LOURDAIS. Une réunion sur la mise en place de protocoles standardisés de suivis de reptiles sera proposée début 2010.

Création d'un observatoire national

La réunion du 20 et 21 mars 2009 au CEFE-CNRS de Montpellier a été l'occasion d'aborder la suite à donner à la mise en place de ces suivis (traitement des données, proposition d'autres protocoles pour d'autres objectifs comme le suivi des espèces communes, la phénologie, etc.). Une discussion s'est engagée sur la nécessité d'un observatoire «des amphibiens» ou un observatoire des « amphibiens et reptiles ». Pour des raisons pratiques (réseau en place, etc.), il a été décidé de travailler dès maintenant à un observatoire « amphibiens et reptiles ». La nature de son statut n'est pas encore établie. Une réflexion sur les objectifs, et les moyens mis en oeuvre pour le faire fonctionner se poursuit également. Un planning prévisionnel a été suggéré pour formaliser les aspects administratifs de cet observatoire en 2010.

Convention SHF/ONF

➢ *Stages de formation du réseau herpétologique de l'ONF*

Dans le cadre de la convention SHF/ONF, deux stages se sont déroulés en 2009. Le premier concernait la capture et la manipulation des reptiles. Il s'est tenu du 11 au 15 mai à Chizé, et était organisé par Olivier LOURDAIS. Le second avait pour thème la capture et la manipulation des larves d'amphibiens en vue de leur détermination. Ce stage s'est déroulé du 2 au 5 juin en Lorraine, et était basé sur la campus de l'ONF à Velaine en Haye. Il était encadré par Christophe EGGERT et Jean-Pierre VACHER. Le réseau herpétologique de l'ONF étant composé actuellement de 32 membres, ce sont deux groupes différents de 16 personnes qui ont assisté aux stages.

➢ *Réunion annuelle de septembre - objectifs 2010*

La réunion annuelle ONF/SHF s'est tenue le 10 septembre 2009. La SHF était représentée par Christophe EGGERT, Jean LESCURE, Olivier LOURDAIS et Claude MIAUD. Cette réunion a été l'occasion de faire le bilan de l'année écoulée, et de programmer les actions pour 2010. C'est maintenant Cédric BAUDRAN qui est à la tête du réseau. Les deux stages sur la capture et la manipulation des reptiles à Chizé et des larves d'amphibiens à Velaine-en-Haye sont reconduit en 2010. Sur les conseils de la SHF, l'ONF prévoit de mettre en place une procédure de désinfection du matériel utilisé par les agents lors de leurs mission dans des zones humides ou lors de stages, procédure ayant pour but la lutte contre la dissémination du chytride *Batrachochytryum dendrobatidis*. Un protocole standard va être rédigé et diffusé après validation par Claude MIAUD. De plus, Laurent TILLON nous a annoncé que la base de données naturaliste de l'ONF est maintenant fonctionnelle. Un premier échange de données aura lieu avant la fin 2009, l'ONF fournira à la SHF environ 300 données entrées dans leur base. Enfin, la mise en place d'un suivi standardisé des reptiles est prévue pour le printemps 2010.

Rencontres nationales sur la conservation des amphibiens et reptiles

Les 3e rencontres nationales sur la conservation des amphibiens et des reptiles se sont tenues à Ménigoute (79) le 31 octobre 2008. Comme pour les précédentes éditions, Pierre GRILLET et Olivier LOURDAIS ont organisé l'événement. Cette journée a été un succès, puisqu'elle a réuni un peu plus de 150 participants. De plus, notons qu'un stand de la SHF était en place dans le forum des associations du festival du film ornithologique de Ménigoute. Pierre GRILLET, Florian DORÉ et Jean-Pierre VACHER s'y sont succédé. Il a été convenu que ces deux initiatives seraient reconduites en 2009. La quatrième journée de rencontre nationale sur la conservation des amphibiens et des reptiles aura donc lieu le 30 octobre 2009 à Ménigoute. Pierre GRILLET et Florian DORÉ se sont également engagés à tenir de nouveau un stand de la SHF durant le festival. Alexandre BOISSINOT y présentera une exposition sur le programme LIFE "Vipère d'Orsini". De plus, toujours dans le cadre du festival de Ménigoute, Olivier LOURDAIS va organiser le 31 octobre 2009 une journée d'atelier technique sur la conservation des écotones pour les reptiles.

Protection de la vipère d'Orsini dans le cadre d'une manifestation sportive estivale

Jean-Pierre BARON a alerté la commission de conservation de la SHF d'un problème de conservation important de la population de Vipère d'Orsini du Mont Serein, dans le Vaucluse, en juillet 2009. En effet, un événement sportif populaire s'est tenu le 10 juillet sur le site où se maintient cette population. Jean-Pierre BARON nous a donné toutes les informations nécessaires à l'évaluation de l'impact de cette manifestation cycliste sur les vipères. La commission de conservation a de ce fait décidé de demander au président de la SHF d'envoyer un courrier adressé au Préfet du Vaucluse afin de l'alerter sur ce problème, et de la solliciter pour qu'il mette en place des mesures adéquates pour la protection des vipères et de leurs habitats durant le déroulement de la manifestation. Jean-Pierre BARON nous a indiqué que tout s'est finalement bien passé, que des mesures de protections ont été mises en place et ont été efficaces, et qu'un service de surveillance, composé de bénévoles, était sur place pour veiller au respect des consignes.

Représentation de la SHF au comité de conservation de la Société Herpétologique Européenne (SEH)

Une réunion du comité de conservation de la SEH ("*Conservation Committee*", ci-après nommée SEH-CC) s'est tenue à Kusadasi en Turquie lors du congrès européen d'herpétologie. Jean-Pierre VACHER, représentant la France dans cette commission, n'a pas pu assister à cette réunion. Néanmoins, le SEH-CC, à l'instar de la commission de conservation de la SHF, est intervenue pour la Vipère d'Orsini en France, suite à l'appel de Jean-Pierre BARON, par le biais d'un courrier envoyé au Préfet du Vaucluse pour l'alerter sur l'enjeu patrimonial de l'espèce dans le cadre de la manifestation sportive "Mondovélo". De plus, la SEH sera représentée par un membre au SEH-CC lors du prochain comité permanent de la convention de Berne, qui se déroulera exceptionnellement à Berne du 21 au 24 novembre 2009. Lors de cette réunion du Comité permanent, des points concernant l'herpétofaune française seront

abordés. Il s'agit de la conservation de la Tortue d'Hermann dans les Maures, et du Crapaud vert en Alsace. La commission de conservation de la SHF donnera des informations sur ces deux points au SEH-CC. Enfin, le SEH-CC s'est doté d'un site internet, dont l'adresse est la suivante : http://www.seh-cc.org/

Blog de la commission de conservation

La commission de conservation de la SHF a créé un blog, à l'adresse suivante : http://shfconservation.blogspot.com/

Toutes les contributions sont les bienvenues, elles doivent être envoyées aux administrateurs du blog (actuellement Jean-Pierre VACHER, Claude MIAUD, Marc CHEYLAN et Olivier LOURDAIS).

Nous rappelons que la commission de conservation est ouverte à tous, et que face à l'étendue du travail, toutes les bonnes volontés sont les bienvenues.

Les responsables de la commission, Olivier LOURDAIS et Jean-Pierre VACHER

Groupe Cistude

Le Groupe Cistude est un réseau rassemblant, bien au-delà de la SHF mais sous son égide, la quasi totalité des acteurs de la cistude en France (gestionnaires d'espaces, associations, administrations, établissements publics, chercheurs, collectivités). Cette mise en réseau a constitué un atout dans le montage, par un de ses participants (Stéphanie THIENPONT), du plan national d'action pour la Cistude d'Europe, pour le compte du MEDDADT. Ce plan devrait être validé fin 2009. Il a constitué l'essentiel de l'activité du Groupe, à travers les échanges entre représentants des acteurs régionaux ; DIREN (DREAL). La DREAL Rhône-Alpes en étant la coordonnatrice.

Les autres activités essentielles du Groupe ont été la rédaction de la Lettre du Groupe Cistude ; la lettre n° 3 a été mise en ligne sur le site de la SHF et la lettre n° 4 est prévue à l'automne 2009. Les journées techniques cistudes, bisannuelles auront lieu, dans la mesure du possible, en 2010. Pour information, le colloque européen Emys est programmé en Suisse à l'automne 2010.

Pour le Groupe Cistude de la SHF, André MIQUET