

# Bulletin de la Société Herpétologique de France

3<sup>e</sup> trimestre 2017 / 3<sup>rd</sup> quarter 2017

N° 163



# Bulletin de la Société Herpétologique de France N° 163

**Directeur de la Publication/Editor:** Claude-Pierre GUILLAUME

**Comité de rédaction/Managing Co-editors:**

Max GOYFFON, Ivan INEICH, Jean LESCURE, Claude MIAUD,

Claude PIEAU, Jean Claude RAGE, Roland VERNET

**Comité de lecture/Advisory Editorial Board:**

Pim ARNTZEN (Leiden, Pays-Bas) ; Donald BRADSHAW (Crawley, Australie) ; Mathieu DENOËL (Liège, Belgique) ; Robert GUYETANT (Talent, France) ; Ulrich JOGER (Braunschweig, Allemagne) ; Pierre JOLY (Lyon, France) ; Bernard LE GARFF (Rennes, France) ; Gustavo LLORENTE (Barcelone, Espagne) ; Guy NAULLEAU (La Bernerie-en-Retz, France) ; Saïd NOUIRA (Tunis, Tunisie) ; Armand de RICQLÈS (Paris, France) ; Zbyněk ROČEK (Prague, Tchécoslovaquie) ; Tahar SLIMANI (Marrakech, Maroc) ; Sébastien STEYER (Paris, France) ; Jean-François TRAPE (Dakar, Sénégal) ; Sylvain URSENBACHER (Neuchâtel, Suisse).

## Instructions aux auteurs / Instructions to authors:

Des instructions détaillées sont consultables sur le site internet de l'association : <http://lashf.org>

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 afférents, pour le monde entier. Sauf accord préalable, les documents ne sont pas retournés.

## ENVOI DES MANUSCRITS / MANUSCRIPT SENDING

Claude-Pierre GUILLAUME, 10 rue des Mûriers, 34110 Mireval, France. Envoi des manuscrits en trois exemplaires par courrier, ou MIEUX sous forme de fichier(s) texte attaché(s) à l'adresse e-mail :

[bulletin@lashf.org](mailto:bulletin@lashf.org) ← ATTENTION ! CHANGEMENT d'EXTENSION depuis août 2016.

**Abonnements 2017** (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° 163

**Photo de couverture :** *Mabuya desiradae*, Terre-de-Haut (Guadeloupe), 22/01/2017 Photo : B. Angin.

**Front cover picture:** *Mabuya desiradae*, Terre-de-Haut (Guadeloupe), 2017 January 22<sup>th</sup> Picture: B. Angin.

Imprimerie F. PAILLART, 86 chaussée Marcadé,  
BP 30324, 80103 Abbeville Cedex

Mise en page : Claude-Pierre GUILLAUME

Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2017

# Société Herpétologique de France

Association fondée en 1971, agréée par le ministère de l'Environnement depuis le 23 février 1978

**Siège social :** Muséum national d'Histoire naturelle, CP 41, 57 rue Cuvier, 75005 PARIS

## CONSEIL D'ADMINISTRATION (2016-2017)

**Président :** Mickaël BARRIOZ, CPIE du Cotentin, BP 42, 50430 Lessay. [mickael.barrioz@cpiecotentin.com](mailto:mickael.barrioz@cpiecotentin.com)

**Premier Vice-Président :** Franck PAYSANT, Laboratoire de Biologie, Cité scolaire Jean Guehenno, 11 rue du Champ-Rossignol, 35700 Fougères. [Franck.Paysant@ac-rennes.fr](mailto:Franck.Paysant@ac-rennes.fr)

**Second Vice-Président :** Ivan INEICH, MnHn, Sorbonne Universités, ISYEB, UMR7205, 57 rue Cuvier, CP30 (Reptiles), 75231 Paris Cedex 05. [Ivan.ineich@mnhn.fr](mailto:Ivan.ineich@mnhn.fr)

**Secrétaire général :** Jacques THIRIET, 17 rue des Aulnes, 68650 Lapoutroie. [jacquesthriet@wanadoo.fr](mailto:jacquesthriet@wanadoo.fr)

**Secrétaire adjointe :** Victoria MICHEL, 44 rue Georges Klein, 67000 Sélestat. [victoria.michel67@gmail.com](mailto:victoria.michel67@gmail.com)

**Trésorier :** Matthieu BERRONEAU, Chemin du Moulinat, 33185 Le Haillan. [matthieu.berroneau@cistude.org](mailto:matthieu.berroneau@cistude.org)

**Trésorier adjoint :** Laurent BARTHE, Nature Midi-Pyrénées, la Capélanie, 32350 Ordan-Larroque. [Lbarthe@naturemp.org](mailto:Lbarthe@naturemp.org)

**Autres membres du Conseil :** Salvador BAILON, Stéphane BELLENOUE, Gaëlle CAUBLOT, Claude-P. GUILLAUME, Pierre RIVALLIN, Jean-Pierre VACHER

**Membres d'honneur :** Guy NAULLEAU, Président fondateur, Gilbert MATZ, Secrétaire fondateur et Jean LESCURE

## ADRESSES UTILES

### Responsable de la rédaction :

Claude-Pierre GUILLAUME, 10 rue des Mûriers, 34110 Mireval. [Claude-Pierre.Guillaume@outlook.fr](mailto:Claude-Pierre.Guillaume@outlook.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](mailto:lescure@mnhn.fr)

### Responsables de la commission Conservation :

Damien AUMAÎTRE, CEN de Lorraine, Chambley Planet'Air, Tour de contrôle, 54470 Hagéville. [d.aumaitre@cren-lorraine.fr](mailto:d.aumaitre@cren-lorraine.fr)

### Responsable de la commission Terrariophilie :

Vincent NOËL, 7A rue Aulach, 67170 Mittelhausen. [shf.terrariophilie@gmail.com](mailto:shf.terrariophilie@gmail.com)

### Responsable de la commission Outre-mer :

Jean Pierre VACHER, Laboratoire Évolution et Diversité biologique, Bât. 4R1, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9. [jpvacher@gmail.com](mailto:jpvacher@gmail.com)

### Responsables de la commission Cistude :

André MIQUET, Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie, BP 51, 73372 Le Bourget-du-Lac. [a.miquet@cen-savoie.org](mailto:a.miquet@cen-savoie.org)

Laurent BARTHE, Nature Midi-Pyrénées, la Capélanie, 32350 Ordan-Larroque. [l.barthe@naturemp.org](mailto:l.barthe@naturemp.org)

### Responsables de la commission "Réseau Tortues Marines de Méditerranée Française" (RTMMF) :

Jacques SACCHI, Cathy CESARINI [rtmmf.coord@gmail.com](mailto:rtmmf.coord@gmail.com)

### Responsable des archives :

Claude MIAUD, PSL Research University, CEFE UMR 5175, CNRS, EPHE, Biogéographie et Écologie des Vertébrés, 1919 rte de Mende, 34293 Montpellier, Cedex 5. [Claude.Miaud@cefe.cnrs.fr](mailto:Claude.Miaud@cefe.cnrs.fr)

### Directeur :

Christophe EGGERT. [christophe.eggert@lashf.org](mailto:christophe.eggert@lashf.org)

### Chargée de mission ; Coordinatrice du projet LIFE CROAA :

Myriam LABADESSE. [myriam.labadesse@lashf.org](mailto:myriam.labadesse@lashf.org)

### Responsable administrative et financière ; Coordinatrice administrative et financière du LIFE CROAA :

Isabelle CHAUVIN. [isabelle.chauvin@lashf.org](mailto:isabelle.chauvin@lashf.org)

**Site internet :** <http://lashf.org>

**ADMISSIONS :** Les admissions à la SHF sont décidées par le Conseil d'administration. Remplir le formulaire d'adhésion, signer la charte déontologique (documents disponibles sur le site internet <http://lashf.org>) et renvoyer le tout accompagné de votre cotisation au secrétaire général de la SHF.

## COTISATIONS 2017 (Adhésion + 4 Bulletins) / MEMBERSHIPS (Membership + 4 Bulletins)

| Tarifs (France, Europe, Afrique)             | Taux annuel | 4 Bulletins | Total         |
|--|-------------|-------------|---------------|
| Découverte de la SHF                         |             |             |               |
| (sans Bulletin – durée max. 3 ans)           | 15,00       | =           | 15,00 €       |
| Adhérent sans bulletin                       | 22,00       | =           | 22,00 €       |
| Adhérent de moins de 25 ans* (avec Bulletin) | 17,00       | + 17,00     | = 34,00 €     |
| Adhérent de plus de 25 ans (avec Bulletin)   | 22,00       | + 23,00     | = 45,00 €     |
| Bienfaiteur (minimum)                        |             | =           | 70,00 €       |
| <b>Tarifs (Amérique, Asie, Océanie)</b>      | 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)

## SOMMAIRE / CONTENTS

- **Fréquence et succès de la reproduction du Pélobate cultripède *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) (Anura : Pelobatidae) dans un cours d'eau intermittent méditerranéen en Ardèche (France) / Occurrence and success of the reproduction of the western spadefoot *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) (Anura: Pelobatidae) in an intermittent Mediterranean stream in the French department of Ardèche**  
Rémi DUGUET ..... 1-14
- **Une population montagnarde de Triton marbré *Triturus marmoratus* dans les Pyrénées béarnaises / A mountain population of marbled newt *Triturus marmoratus* in the "Béarn" part of Pyrenees**  
Jean-Marc THIRION, Florian DORÉ, Julie VOLLETTE, Didier MELET, Patrick NUQUES, Jérôme LAFFITE & Eric SOURP ..... 15-20
- **Habitat selection of the endangered crocodile newts *Echinotriton* (Amphibia: Salamandridae): a preliminary assessment / Sélection d'habitat des salamandres crocodiles menacées, *Echinotriton* (Amphibia : Salamandridae) : Une évaluation préliminaire**  
Axel HERNANDEZ, Daniel ESCORIZA & Mian HOU ..... 21-34
- ***Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 (Sauria : Gekkonidae) sur l'île de La Réunion. II. Écologie et éthologie / *Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 (Sauria: Gekkonidae) on "La Réunion". II. Ecology and ethology**  
Mickaël SANCHEZ & Jean-Michel PROBST ..... 35-52
- **Une nouvelle espèce de gecko palmé du genre *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820 (Sauria, Ptyodactylidae) de Mauritanie / A new species of fan-footed Gecko of the genus *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820 (Sauria, Ptyodactylidae) from Mauritania**  
Jean-François TRAPE ..... 53-66
- **Étude systématique des scinques *Mabuya* de l'archipel guadeloupéen (Squamata, Scincidae) / Molecular Systematic of Guadeloupiian *Mabuya* skinks (Squamata, Scincidae)**  
Aurélien MIRALLES, Régis GOMES, Baptiste ANGIN & Béatrice IBENE ..... 67-84
- **Découverte de *Psammotriton algirus* (Linnaeus, 1758) (Sauria : Lacertidae) en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur : revue des observations inédites de l'espèce à l'est du Rhône / Discovery of *Psammotriton algirus* (Linnaeus, 1758) in French Provence-Alpes-Côte-d'Azur region: Review of the new observations of the species east of the Rhône**  
Guillaume AUBIN, Alexandre CLUCHIER et Philippe GENIEZ ..... 85-94
- **Première mention du serpent marin *Pelamis platura* (Linné, 1766) (Elapidae, Hydrophiinae) aux Comores (Mayotte) / First report of the sea snake *Pelamis platura* (Linné, 1766) (Elapidae, Hydrophiinae) from the Comoros (Mayotte Island)**  
Ivan INEICH, Charlotte COLLOD, Fabien DARNE & Mélanie HUTEAU ..... 95-102
- **Note – New localities of *Tylostotriton shanjing* Nussbaum, Brodie & Yang 1995 at its southern limit of distribution in Yunnan province, China / Nouvelles localités de *Tylostotriton shanjing* à la limite méridionale de sa distribution dans la province du Yunnan, Chine**  
Axel HERNANDEZ & Mian HOU ..... 103-105
- **Note – Trifurcation caudale chez le lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Squamata : Lacertidae) / Caudal trifurcation in the common wall lizard *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Squamata: Lacertidae)**  
Arnaud BADIANE ..... 106-107
- **Note – Records de taille chez la couleuvre vipérine *Natrix maura* (Linnaeus, 1758) en France. Une nouvelle mention dans les Alpes-de-Haute-Provence (04) / Length records for the viperine snake, *Natrix maura*, in France. New mention in the department of Alpes-de-Haute-Provence**  
Grégory DESO ..... 108-110
- **Analyses d'ouvrages (4) / Book reviews (4) ..... 111-135**

Directeur de la Publication/Editor : Claude-Pierre GUILLAUME

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

**Fréquence et succès de la reproduction du  
Pélobate cultripède *Pelobates cultripes* (Cuvier, 1829)  
(Anura : Pelobatidae) dans un cours d'eau intermittent  
méditerranéen en Ardèche (France)**

par

Rémi DUGUET

*Alcedo faune & flore, 85 impasse Baslaval, F-07110 Sanilhac*  
rduguet@expertise-ecologique.fr

**Résumé** – Un suivi consacré au Pélobate cultripède *Pelobates cultripes* (Pelobatidae) dans les fosses d'un cours d'eau intermittent méditerranéen, le ruisseau de Bourbouillet en Ardèche (France), montre que l'espèce présente une reproduction biannuelle (automne – printemps) ou triannuelle (automne – printemps – été), selon les années. La phénologie est sans doute influencée à la fois par des épisodes de pluies intenses et par le système karstique qui alimente le ruisseau. À la différence de la fréquence du succès de la reproduction de *Pelobates cultripes* dans des pièces d'eau de type « mare temporaire », le succès de la reproduction dans le ruisseau de Bourbouillet est régulier tous les ans. Ceci peut s'expliquer par les variations du régime hydraulique qui limitent la densité de prédateurs (poissons, insectes aquatiques). Elles créent aussi parfois une niche temporelle supplémentaire pour la reproduction de *Pelobates cultripes*.

**Mots-Clés** : Pélobate cultripède, *Pelobates cultripes*, Ardèche, reproduction, développement larvaire, cours d'eau intermittent méditerranéen, système karstique.

**Summary** – Occurrence and success of the reproduction of the western spadefoot *Pelobates cultripes* (Cuvier, 1829) (Anura: Pelobatidae) in an intermittent Mediterranean stream in the French department of Ardèche. A monitoring of the western spadefoot *Pelobates cultripes* (Pelobatidae) in the pools of an intermittent Mediterranean stream, the Bourbouillet brook in Ardèche (France), reveals a biannual (fall – spring) or triannual (fall – spring – summer) reproduction, depending of the year. Intense episodes of Mediterranean rainfalls and the karstic system both influence the phenology of the species. Unlike the frequency of the reproduction success of *Pelobates cultripes* in temporary ponds, the reproduction success in the Bourbouillet brook is very constant between years. An explanation can be the variability of the hydrological regime, which limits the predation of amphibians by fishes and aquatic insects. Moreover, it sometimes creates one additional temporal niche for the reproduction of *Pelobates cultripes*.

**Keywords**: Western spadefoot, *Pelobates cultripes*, French department of “Ardèche”, reproduction, larval development, intermittent Mediterranean stream, karstic system.

## I. INTRODUCTION

La nature du site de reproduction du Pélobate cultripède *Pelobates cultripes* (Anura : Pelobatidae) dans le ruisseau de Bourbouillet (département de l'Ardèche, région Rhône-Alpes Auvergne, France) est très originale pour l'espèce : il est en effet très rare en France que *Pelobates cultripes* se reproduise au milieu du lit mineur d'un cours d'eau. Elle fréquente habituellement des pièces d'eau stagnante de type « mare temporaire ». De plus, cette situation écologique, déjà connue dans la péninsule Ibérique (Rodríguez Jiménez 1988), semble avoir fait l'objet de peu de suivis de la reproduction chez *Pelobates cultripes*. L'objet de cet article est donc de contribuer à la connaissance du déroulement de la reproduction de l'espèce dans un habitat de type « cours d'eau intermittent méditerranéen », à partir des données issues d'un suivi de la phénologie des amphibiens dans le ruisseau de Bourbouillet entre 2010 et 2016.

## II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1) Site d'étude

Le ruisseau de Bourbouillet (4,27° de longitude est, 44,42° de latitude nord) est situé dans les communes de Lablachère, Saint-Alban-Auriolles, Chandolas et Grospierres. Il est intégré à la Zone Spéciale de Conservation FR 8201656 « bois de Païolive et basse vallée du Chassezac » et a été identifié parmi les zones humides majeures à l'échelle du bassin versant de l'Ardèche par le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) de l'Ardèche. Il se situe à proximité de la bordure du massif des Cévennes, où des pluies intenses de type « épisodes méditerranéens à tendance cévenole » sont particulièrement extrêmes, le plus souvent de septembre à novembre (Boudevillain et al. 2009).

Le ruisseau de Bourbouillet appartient à l'entité naturelle « site de Païolive », qui couvre un ensemble de plateaux calcaires de plus de 15 000 ha situé entre les villes de Saint-Ambroix (Gard) au sud et de Largentière (Ardèche) au nord et qui représente un pic de biodiversité du « hotspot » méditerranéen (Blandin et al. 2016). Le climat est du type « méditerranéen franc » (Joly et al. 2010). Le paysage est constitué de pelouses et de garrigues sur des étendues appelées « les Gras » (Blandin et al. 2016).

Ce ruisseau mesure 7 309 m de long d'après la BD Carthage (Base de Données sur la CARtographie THématique des AGences de l'eau). Le fond est formé principalement par des dalles et des concrétions mais les berges sont recouvertes de placages d'argile par endroits. L'alimentation dépend du ruissellement et de résurgences, en particulier de l'évent de Bourbouillet et des sources de l'Espéluche, avec un débit de crue estimé à 4 300 l/s et 2 000 l/s respectivement (Anonyme 2015). Les débits du ruisseau de Bourbouillet n'ont pas fait l'objet de mesures en continu. Ils sont très irréguliers, avec des alternances de périodes d'écoulement relativement brèves et de périodes relativement longues durant lesquelles les fosses restent déconnectées.

Dans cette localité, *Pelobates cultripes* se reproduit exclusivement dans trois fosses du cours d'eau, que nous avons nommées « A », « B » et « C » de l'amont vers l'aval, et qui se répartissent entre 125 m et 120 m d'altitude. La fosse A est distante de 105 m de la fosse B, elle-même distante de 375 m de la fosse C. Lorsque les fosses sont déconnectées, leurs dimensions maximales sont d'environ :

- fosse A : profondeur 1,5 m, surface 165 m<sup>2</sup>
- fosse B : profondeur 1,2 m, surface 170 m<sup>2</sup>
- fosse C : profondeur 1 m, surface 290 m<sup>2</sup>

La fosse A s'assèche à peu près deux semaines avant les fosses B et C (la phase « S » désignera généralement l'assec des fosses B et C, voir ci-après). L'ensoleillement – de majoritairement ombragé à très ouvert – et le recouvrement du fond par des hydrophytes – de plus 50 % à moins de 10 % – sont très contrastés entre les fosses. Outre *Pelobates cultripipes* s'y reproduisent *Lissotriton helveticus*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo bufo*, *Epidalea calamita*, *Hyla meridionalis*, *Rana dalmatina* et *Pelophylax ridibundus* (Ladet *et al.* 2011, R. Duguet données non publiées). Les poissons sont le plus souvent cantonnés vers la confluence du Chassezac à 1,4 km plus en aval de la fosse C, mais au moment des crues la montaison de chevesnes *Squalius cephalus* atteint parfois la fosse A (R. Duguet obs. pers.).

## 2) Collecte et présentation des données

Les trois fosses ont été visitées régulièrement entre septembre 2010 et août 2016, au cours de 121 visites réalisées de nuit. Les dates ont été concentrées à des périodes de hausses des températures et de l'humidité de l'air car celles-ci favorisent l'activité, donc la détection, des amphibiens (Salvidio & Quero 1987, Jakob *et al.* 2003, Galán *et al.* 2010, Cayuela *et al.* 2012, Petitot *et al.* 2014). Les plus longues périodes sans visites se sont concentrées en milieu d'hiver ou d'été (tab. I), quand les conditions étaient les moins favorables.

Les techniques de détection de *Pelobates cultripipes* ont été la recherche visuelle – grandement facilitée par la transparence de l'eau en dehors des épisodes de crue – et la recherche auditive à l'aide d'un hydrophone Aquarian Audio H2A relié à un amplificateur Zoom H2n afin de détecter des signaux subaquatiques des pélobates (Nyström *et al.* 2002).

On a distingué trois phases hydrologiques : « E » quand les fosses sont connectées par un écoulement, « D » quand elles sont en eau et déconnectées, et « S » en cas d'assec (figs 1, 2). Les données ont été regroupées par décades pour plus de lisibilité. Si les phases E et D se retrouvent dans une même décade, seule la phase E est mentionnée. Dans la suite, l'expression « tentative de reproduction » repose sur la détection de chants, « reproduction effective » implique la présence de pontes ou de têtards et « succès de reproduction » signifie que le développement larvaire se prolonge jusqu'à la métamorphose.

Afin de dater la métamorphose et pour ne pas risquer de confondre deux cohortes de têtards pouvant cohabiter, l'évolution du développement des têtards a été suivie au cours de passages relativement rapprochés. Néanmoins, un doute sur l'attribution de la cohorte subsiste en fin de printemps quand les têtards atteignent des tailles assez similaires.

Les « années hydrologiques » ont été commencées en septembre et terminées en août de l'année suivante. Sauf mention contraire, les cumuls de précipitations sont généralement issus de la station Météo France de Grospièrres (4,30° de longitude est, 44,41° de latitude nord) et ils sont exprimés en maximum sur 24 h par période de 10 jours (décadaire).

[Suite page 7]

**Tableau I** : Détail des observations de *Pelobates cultripes*  
 Table I: Observation datas of *Pelobates cultripes*

| Mois                      | Septembre |     |    | Octobre |    |    | Novembre |    |    | Décembre |    |    | Janvier |    |    | Février |    |    |
|---------------------------|-----------|-----|----|---------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|---------|----|----|---------|----|----|
| Décade                    | 1         | 11  | 21 | 1       | 11 | 21 | 1        | 11 | 21 | 1        | 11 | 21 | 1       | 11 | 21 | 1       | 11 | 21 |
| <b>Année hydrologique</b> | 2010-2011 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        | ≈         |     | *  |         |    | ≈* | ≈        | ≈  |    | ≈        |    |    | ≈       |    |    | ≈       | ≈  | ≈  |
| <i>P. cultripes</i>       | x         |     |    |         |    | x  | T        | T  |    | T        |    |    | x       |    |    | x       | x  | x  |
| <b>Année hydrologique</b> | 2011-2012 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        | =         | =   |    | =       | ≠  | =  | ≈*       | ≈  |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| <i>P. cultripes</i>       | x         | T   |    | T       | T  | x  | x        | x  |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| <b>Année hydrologique</b> | 2012-2013 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        | ≠         | ≠   | ≈  |         | *  |    | *        |    |    | *        |    |    |         |    |    | =       | =  |    |
| <i>P. cultripes</i>       |           |     | C  |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    | x       | x  |    |
| <b>Année hydrologique</b> | 2013-2014 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        | ≈         |     | *  |         | *  | =  |          |    |    |          |    |    | *       | ≈  |    | ≈       | ≈  |    |
| <i>P. cultripes</i>       | C         |     |    |         |    |    | T        |    |    |          |    |    |         | T  |    | T       | x  |    |
| <b>Année hydrologique</b> | 2014-2015 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        |           | ≠   | ≈* | =       | *  | =  | ≈        | ≈* | ≈  |          | ≈  |    |         | ≈  |    |         |    | ≈  |
| <i>P. cultripes</i>       |           | CTM | x  |         |    |    | T        | x  | C  | x        | x  |    |         | x  |    | x       |    | x  |
| <b>Année hydrologique</b> | 2015-2016 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Phase hydrologique        | ≠         | ≈*  | =  | ≈*      | ≈  |    |          | ≈  |    | =        | =  | =  |         |    |    | =       | ≈  | =  |
| <i>P. cultripes</i>       | x         | C   | x  | x       | x  |    |          | x  |    | x        | x  | x  |         |    |    | x       | x  | C  |
| <b>Synthèse</b>           | 2010-2016 |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |
| Reproduction automnale    | C         | CT  | C  | T       | T  | T  | T        | CT | T  |          |    |    | T       |    |    | T       |    |    |
| Reproduction printanière  |           |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    | C  |
| Reproduction estivale     | TM        |     |    |         |    |    |          |    |    |          |    |    |         |    |    |         |    |    |

**Légendes** : ≠ : assec (phase S) ; ≈ : écoulements (phase E) ; = : fosses en eau et déconnectées (phase D) ; \* : maximum décadaire de cumul de précipitations sur 24 h > 40 mm ; C : chants ; P : pontes ; T : têtards ; M : métamorphose ; x : détection négative ; M? : risque de confusion entre deux cohortes.

Legends: ≠ : dry pools (phase S) ; ≈ : flowing waters (phase E) ; = : disconnected pools (phase D) ; \* : maximal precipitation in 24 h during 10 consecutive days > 40 mm ; C : calls P : eggs ; T : tadpoles ; M : metamorphosis ; x : no detection ; M? : error risk in the attribution of a cohort.

**TABLEAU I – Suite et Fin**

| Mois                      | Mars      |    |    | Avril |    |    | Mai |     |    | Juin |    |    | Juillet |    |    | Août |    |    |   |   |   |
|---------------------------|-----------|----|----|-------|----|----|-----|-----|----|------|----|----|---------|----|----|------|----|----|---|---|---|
| Décade                    | 1         | 11 | 21 | 1     | 11 | 21 | 1   | 11  | 21 | 1    | 11 | 21 | 1       | 11 | 21 | 1    | 11 | 21 |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2010-2011 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        | =         | =  | =  | ≈     |    |    |     | =   |    |      |    |    | ≠       | ≠  | ≠  |      |    |    |   |   |   |
| <i>P. cultripès</i>       | T         | C  | C  | TM    |    |    |     | TM  |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2011-2012 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        | =         | ≈  | ≈  | *     |    | =  |     | *   |    | =    |    |    | *       |    |    |      |    | ≠  | ≠ |   |   |
| <i>P. cultripès</i>       | x         | x  |    |       |    | T  |     |     |    | T    |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2012-2013 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        | ≈         | ≈* | ≈  |       | =  |    |     | *   |    |      |    |    |         | *  |    |      |    | ≠  | ≠ | ≠ |   |
| <i>P. cultripès</i>       | x         | x  | CP |       | T  |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2013-2014 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        |           | =  |    |       |    |    |     |     |    | =    | ≠  |    | ≈≠*     | =  | =  |      |    |    |   |   |   |
| <i>P. cultripès</i>       |           | CT |    |       |    |    |     |     |    | T    |    |    | C       | x  | T  |      |    |    |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2014-2015 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        | =         | =  |    |       | =  | *  |     |     |    | *    |    |    | ≠       | ≠  | ≠  |      |    | ≠  | ≠ | ≠ |   |
| <i>P. cultripès</i>       | CPT       | CT |    |       | T  |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| <b>Année hydrologique</b> | 2015-2016 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Phase hydrologique        | ≈         | =  |    | *     | =  |    |     | =   | =  | *    |    |    | =       | =  | =  |      |    |    | ≠ | ≠ | ≠ |
| <i>P. cultripès</i>       | C         | x  |    |       | C  |    |     | T   | T  |      |    |    | TM      | T  | TM |      |    |    |   |   |   |
| <b>Synthèse</b>           | 2010-2016 |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Reproduction automnale    | T         | T  |    | TM    |    |    |     | TM? |    |      |    |    |         |    |    |      |    |    |   |   |   |
| Reproduction printanière  | CPT       | CT | CP | T     | CT | T  |     | T   | T  | TM?  |    | T  | T       | TM | T  | TM   |    |    |   |   |   |
| Reproduction estivale     |           |    |    |       |    |    |     |     |    |      |    |    |         | C  | T  |      |    |    |   |   |   |

**Légendes :** ≠ : assec (phase S) ; ≈ : écoulements (phase E) ; = : fosses en eau et déconnectées (phase D) ;

\* : maximum décadaire de cumul de précipitations sur 24 h > 40 mm ; C : chants ; P : pontes ; T : têtards ;

M : métamorphose ; x : détection négative ; M? : risque de confusion entre deux cohortes.

Legends: ≠: dry pools (phase S); ≈: flowing waters (phase E); =: disconnected pools (phase D); \*: maximal precipitation in 24 h during 10 consecutive days > 40 mm; C: calls P: eggs; T: tadpoles; M: metamorphosis;

x: no detection; M?: error risk in the attribution of a cohort.



**Figure 1 :** Ruisseau de Bourbouillet en phase d'écoulement, secteur de la fosse « C », 13 novembre 2014. Photo : R. Duguet.

Figure 1: The Bourbouillet brook with flowing waters, near the pool « C », November 13<sup>th</sup> 2016. Picture: R. Duguet.



**Figure 2 :** Ruisseau de Bourbouillet en phase « fosses déconnectées » dans le secteur de la fosse « C », 7 décembre 2016. Photo : R. Duguet.

Figure 2: The Bourbouillet brook in a « disconnected pools » phase, near the pool « C », December 7<sup>th</sup> 2016. Picture: R. Duguet.

### III. RÉSULTATS

- **Année hydrologique 2010-2011**

Suite à l'assec estival de 2010, la mise en eau des sites de reproduction a commencé début septembre avec des pluies intenses (cumuls de 255 mm à Lablachère et de 112 mm à Grospierres) qui sont revenues fin septembre (cumul de 105 mm à Grospierres). L'assec des fosses a débuté en juillet.

La reproduction fut biannuelle avec un épisode automnal (têtards détectés à partir de novembre, métamorphose des têtards à partir de début avril et vraisemblablement jusqu'à fin mai au moins malgré un risque de confusion avec la cohorte de printemps) et un épisode printanier (chants à partir de mi-mars, têtards suivis jusqu'à fin mai). On a noté début novembre une mortalité par assèchement de têtards ayant dérivé en aval de la fosse C.

Dans la fosse B, aucun têtard ne fut observé cette année-là et aucune tentative de reproduction n'y fut notée au printemps. Ce constat peut s'expliquer par l'arrivée de chevesnes avec les crues d'hiver (février) car l'espèce consomme certainement des têtards de *Pelobates cultripes*, qui, disposant de peu d'abris, sont très exposés aux poissons. Il est possible aussi que les pélobates adultes aient évité de se reproduire dans la fosse B en présence de ces poissons.

- **Année hydrologique 2011-2012**

L'hydropériode a commencé début septembre et s'est terminée vers juillet.

La reproduction fut biannuelle, avec des têtards détectés entre mi-septembre et mi-octobre en saison automnale et entre fin-avril et début juin au printemps. Les têtards de l'automne n'ont pas survécu à un assec survenu mi-octobre.

- **Année hydrologique 2012-2013**

La mise en charge du ruisseau a débuté fin septembre après l'assec estival, survenu en août, malgré des pluies assez intenses fin juillet (cumul de 97 mm à Grospierres). Ce constat, entre autres, semble indiquer que l'écoulement du ruisseau ne dépend pas seulement de l'intensité d'un épisode méditerranéen mais aussi et surtout de l'état d'engorgement du système karstique local.

Il y a eu tentative de reproduction automnale, avec des chants fin septembre mais pas de pontes ni de têtards observés par la suite, sans autre raison apparente que l'absence de reproduction effective (ponte). La reproduction printanière a débuté fin mars (chants et ponte) et des têtards ont été détectés mi-avril.

- **Année hydrologique 2013-2014**

L'hydropériode a commencé début septembre. L'assec estival a débuté fin juin mais a été interrompu dès début juillet avec l'apparition de pluies intenses (cumul de 47 mm à Grospierres).

La reproduction fut triannuelle avec un épisode automnal qui a commencé début septembre (chants, têtards encore visibles mi-mars), un épisode printanier à partir de mi-mars (chants, têtards encore visibles mi-juin) et un épisode estival à partir de début juillet (chants). L'épisode estival s'est terminé mi-septembre avec des métamorphoses peu avant un assec, auquel a succédé immédiatement après un nouvel épisode de reproduction (cf. année 2014-2015).

- **Année hydrologique 2014-2015**

L'automne a été marqué par une succession d'au moins trois épisodes de pluies intenses mi-septembre, début d'octobre et mi-novembre (cumuls de 105 mm, 68 mm et 97,5 mm à Grospierres respectivement). L'assec estival a duré de juillet à août.

La reproduction fut biannuelle. En saison automnale, elle a débuté mi-septembre (chants) et a paru se prolonger occasionnellement jusqu'à mi-novembre (un chant isolé). Les têtards ont été vus jusqu'à fin octobre seulement. En saison printanière, la reproduction a commencé début mars (chants et ponte) et les têtards ont été suivis jusqu'à mi-avril. Les têtards de l'automne n'ont apparemment pas survécu. Cette mortalité peut s'expliquer par la dévalaison importante des têtards lors des crues abondantes d'automne, vers des tronçons de ruisseau qui s'assèchent peu après l'arrêt des écoulements, certains têtards ayant été retrouvés jusqu'à 370 m en aval de la fosse C fin octobre.

- **Année hydrologique 2015-2016**

L'hydropériode a débuté mi-septembre avec des pluies particulièrement intenses (cumuls de 246,5 mm sur 24 h à Grospierres et de 242 mm sur 6 h à Lablachère). Un autre épisode pluvieux début octobre fut notable (cumul de 99 mm à Grospierres). L'assec estival a commencé fin juin dans la fosse A et vers mi-juillet dans les fosses B et C.

Une tentative de reproduction en saison automnale a eu lieu mi-septembre (chants) mais aucune reproduction effective n'a été observée. La reproduction en saison printanière a débuté fin février (chants), des métamorphoses ont été observées à partir de fin juin jusqu'à mi-juillet.

### **Synthèse 2010-2016**

L'hydropériode des fosses a été de 31 décades en moyenne sur une année hydrologique (écart-type : 2,3). Le cours d'eau a été actif (phase E) principalement de septembre à début-avril. L'arrêt des écoulements (phase D) a eu lieu généralement entre mi-avril et mi-juin. La phase d'assec (S) a eu lieu entre fin-juin et fin-août.

En saison automnale, les tentatives de reproduction se déroulent en septembre habituellement (jusqu'à début novembre occasionnellement) et donnent des têtards qui se développent jusqu'à début avril au moins et sans doute fin mai. Les tentatives de reproduction sont régulières (six années sur six) mais elles ne donnent pas toujours de pontes ou de têtards (quatre ou cinq années sur six). Le succès de la reproduction est assez rare (deux années sur six). Les causes de l'échec de la reproduction automnale identifiées sont un assec automnal (une année), la dévalaison des têtards en périodes de crue (une année) et, dans une fosse, l'arrivée de chevesnes à l'occasion de crues (une année).

En saison printanière, la reproduction (chants) se déroule entre fin février et mi-avril au plus tard. Les tentatives sont régulières (six années sur six) et donnent toujours des pontes ou des têtards. Le succès de reproduction est constant, avec des métamorphoses à partir de fin-juin au moins et jusqu'à mi-juillet certaines années.

En saison estivale, la reproduction débute en juillet. Elle est facultative (une année sur six), car il semble qu'elle dépende de conditions assez particulières de pluviométrie et de l'état de charge du réseau karstique. Le développement larvaire atteint le stade de la métamorphose environ 70 jours après la ponte, soit vers la mi-septembre.

Les têtards de *Pelobates cultripes* peuvent donc être visibles toute l'année en principe dans le milieu aquatique et le plus souvent de septembre à fin-juin - mi-juillet (tab. I).

## DISCUSSION

L'état des connaissances sur le déroulement de la reproduction de *Pelobates cultripes* indique que l'activité de reproduction (chants, accouplements, pontes) se déroule habituellement entre la fin de l'été (août) et le printemps (par ex. Geniez & Cheylan 2012, Recuero 2014). Les périodes de reproduction de *Pelobates cultripes* dans le ruisseau de Bourbouillet sont particulièrement similaires à celles de l'espèce dans un autre ruisseau intermittent méditerranéen situé en Extremadure (Espagne) : octobre-janvier puis mars-avril (Rodríguez Jiménez 1988). Dans les deux cas, l'influence du régime hydraulique du cours d'eau sur la reproduction paraît déterminante (op. cit.). Cependant, les résultats de ce suivi font apparaître une troisième période de reproduction bien distincte en période estivale (juillet-septembre), ce qui semble ne pas avoir été signalé (Salvidio & Quero 1987, Díaz-Paniagua 1988, 1992, Rodríguez Jiménez 1988, Alvarez *et al.* 1990, Salvador & Carrascal 1990, Lizana *et al.* 1994, Cheylan & Poitevin 1999, Jakob *et al.* 2003, Thirion 2006, Gómez-Rodríguez *et al.* 2009, 2010, Galán *et al.* 2010, Geniez & Cheylan 2012, Gómez-Mestre *et al.* 2013, Recuero 2014).

La reproduction biannuelle est bien connue chez *Pelodytes punctatus* et *Pelobates cultripes*, qui présentent une certaine « flexibilité » face aux conditions environnementales, notamment l'imprévisibilité de l'hydropériode, des zones humides méditerranéennes (Rodríguez Jiménez 1988, Jakob *et al.* 2003, Geniez & Cheylan 2012, Jourdan *et al.* 2012). Ces espèces ont ainsi la faculté d'occuper plusieurs « niches temporelles » qui augmentent les chances de succès de reproduction et de recrutement juvénile (Jourdan *et al.* 2012). Noter que *Pelodytes punctatus* a présenté une reproduction toujours biannuelle lors de ce suivi (R. Duguet, données non publiées). Sa reproduction apparaît donc moins « flexible » que celle de *Pelobates cultripes*.

La fréquence de reproduction de mêmes individus au cours de plusieurs saisons successives ne semble pas avoir été étudiée chez le *Pelobates cultripes*. *Pelodytes punctatus* ne présente pas de cohortes automnales ou printanières génétiquement distinctes (Jourdan 2010) : il est donc possible d'envisager qu'un pélobate adulte puisse aussi se reproduire de façon fixe toujours à la même saison, se reproduire à plusieurs saisons chaque année ou changer d'année en année. A l'inverse, des cohortes temporelles génétiquement distinctes ont été mises en évidence chez *Epidalea calamita* en dehors de la région méditerranéenne (Sinsch 1988, 1992).

Noter que le développement larvaire de *Pelobates cultripes* jusqu'à la métamorphose dans le ruisseau de Bourbouillet en été, d'une durée maximale de 70 jours environ, est beaucoup plus rapide que ce qui est habituellement admis pour cette espèce, soit 90 jours minimum (Lizana *et al.* 1994, Gómez-Mestre *et al.* 2013). L'explication tient peut-être aux fortes températures estivales et à l'hydropériode relativement courte du site de reproduction cette année-là.

Dans la plupart des sites de reproduction de type « mare temporaire méditerranéenne », pour une hydropériode moyenne de même ordre de grandeur que dans le ruisseau de Bourbouillet, le succès de reproduction et les assemblages d'espèces d'amphibiens sont généralement variables d'une année à l'autre, à cause de l'instabilité de l'hydropériode, qui influence elle-même la densité des prédateurs aquatiques (Richter-Boix *et al.* 2007, Gómez-Rodríguez *et al.* 2010, Cayuela *et al.* 2012). Ce constat est valable aussi pour *Pelobates cultripes* (par ex. Jakob *et al.* 2003, Geniez & Cheylan 2012), y compris sur la façade

Atlantique française (Priol 2015). A l'inverse, la reproduction de *Pelobates cultripipes* dans le ruisseau de Bourbouillet réussit tous les ans, tandis que la communauté d'amphibiens reste très stable (R. Duguet, données non publiées) et que l'hydropériode des sites de reproduction est plutôt constante d'une année à l'autre. Les « effets de chasse » produits par les crues éliminent en grande partie les prédateurs aquatiques (R. Duguet obs. pers.). Il apparaît donc qu'un cours d'eau intermittent peut avoir pour une espèce écologiquement exigeante comme *Pelobates cultripipes* et pour une large communauté d'amphibiens une capacité d'accueil au moins aussi grande que celle de mares temporaires, voire peut-être supérieure. En revanche, les crues peuvent entraîner la dévalaison de têtards vers des secteurs inhospitaliers et, si elles durent suffisamment, permettre l'accès des poissons aux sites de reproduction. De plus, l'effort de reproduction de *Pelobates cultripipes* relativement faible en saison automnale dans le site d'étude, montré par le suivi des chants (R. Duguet, données non publiées), implique que les chances de succès de la reproduction automnale sont assez limitées en cas de mortalité importante par dévalaison.

Le ruisseau de Bourbouillet peut être considéré comme un habitat « primaire », c'est-à-dire peu ou pas modifié par l'homme, alors que la plupart des sites de reproduction d'amphibiens en région méditerranéenne française actuellement connus sont « secondaires », c'est-à-dire issus d'une intervention de l'homme (par ex. Jakob *et al.* 2003, Frachon-Dugas 2008, Geniez & Cheylan 2012, Durand 2015a-b, Grossi & Fonters 2015). On peut donc faire l'hypothèse que les cours d'eau représentaient par le passé un type d'habitat plus répandu dans le genre *Pelobates*. Les modélisations du changement climatique dans l'ouest du bassin méditerranéen laissent présager une aggravation des sécheresses estivales (Fabre & Pelte 2013, Magnan *et al.* 2009), ce qui représente potentiellement une menace pour la reproduction triennale de *Pelobates cultripipes*. De plus, cette espèce présente une diversité génétique relativement pauvre dans la région méditerranéenne française, ce qui peut induire des capacités d'adaptation assez limitées face aux changements globaux (Gutiérrez-Rodríguez *et al.* 2017). La population de *Pelobates cultripipes* du secteur de Bourbouillet est la seule actuellement connue dans le département de l'Ardèche (Cocâtre 2008, Duguet *et al.* 2017), alors que ce département se trouve en limite nord-est de l'aire répartition européenne de *Pelobates cultripipes* (Duguet & Melki 2003). Pour toutes ces raisons, il convient de continuer de protéger l'hydrosystème du ruisseau de Bourbouillet. La poursuite du suivi de la phénologie de *Pelobates cultripipes* dans ce ruisseau permettrait de préciser l'occurrence de sa reproduction triennale, donc la sensibilité de l'espèce aux effets du changement climatique. Le suivi des cohortes temporelles d'adultes reproducteurs serait aussi une perspective intéressante. En parallèle, l'étude du régime hydraulique du ruisseau (débits moyens, vitesses de courant...) est souhaitable. Plus globalement, l'élaboration d'un plan d'actions inter-régional ou national en faveur de *Pelobates cultripipes*, qui est l'une des rares espèces d'amphibiens menacées en France possédant aussi un statut préoccupant en Europe, semble une priorité pour la conservation de l'espèce.

**Remerciements** – Nous adressons nos remerciements à Marianne Georget et Gaël Épisse pour leur présence sur le terrain, et à Éric Sardet et Olivier Peyronel pour leur relecture d'une première ébauche de manuscrit. Pour nous avoir communiqué des références bibliographiques, nous sommes reconnaissants à Aurélien Besnard, Éric Durand, Jean-François Holthof, Stéphane Jaillot, Pauline Priol, José Martín, Sebastiano Salvidio et Jean-Marc Thirion. Nos remerciements vont aussi à Pierre-André Crochet et à un relecteur anonyme qui ont apporté des remarques permettant d'améliorer significativement le manuscrit.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alvarez J., Salvador A., Martín J. & Guterres A. 1990 – Desarrollo larvario del sapo de espuelas (*Pelobates cultripipes*) en charcas temporales del NW de la península Ibérica (Anura: Pelobatidae). *Revista Española de Herpetología*, 4: 9-15.
- Anonyme 2015 – *Référentiel pour le SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée. Masses d'eaux souterraines et Entités hydrogéologiques. Fiches de caractérisation des masses d'eau et des entités hydrogéologiques associées. Entité Unité karstique entre la Beaume et le Chassezac (147E)*. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Auvergne-Rhône-Alpes, Office national de l'eau et des milieux aquatiques. Accessible en ligne, URL : < <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/eaux-souterraines/SyntheseHydro2014/UniteKarstique/147.pdf> > (consulté le 21 mai 2017).
- Blandin P., Aberlenc H.-P., Bauvet C., Bianchin N., Cockle-Bétian A., Couté A., Deso G., Duguet R., Gaymard M., Holtot J.-F., Hugonnot V., Ladet A., Lagarde F., Lhermenier W., Lhomme M., Morin D., Perrette C., Richard F. & Schwaab F. 2016 (paru 2017) – L'écocomplexe de Païolive en Ardèche méridionale (France) : un pic de biodiversité du hotspot méditerranéen. *Ecologia mediterranea*, 42(2): 51-95.
- Boudevillain B., Sébastien A., Claud C., Ducrocq V., Joly B., Joly A., Lambert D., Nuissier O., Plu M., Ricard D., Arbogast P., Berne A., Chaboureau J.-P., Chapon B., Crépin F., Delrieu G., Doerflinger E., Funatsu B.M., Kirstetter P.-E., Masson F., Maynard K., Richard E., Sanchez E., Terray L. & Walpersdorf A. 2009 – Projet Cyprim, partie I. Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne : origines et caractéristiques. *La Météorologie*, 66: 18-28.
- Cayueta H., Besnard A., Bechet A., Devictor V. & Olivier A. 2012 – Reproductive dynamics of three amphibian species in Mediterranean wetlands: The role of local precipitation and hydrological regimes. *Freshwater Biology*, 57: 2629–2640.
- Cheylan M. & Poitevin F. 1999 – *Le Pélobate à couteaux (Pelobates cultripipes) en zone littorale du Languedoc-Roussillon : statut et propositions pour une meilleure protection de l'espèce*. G.R.I.V.E., DIREN Languedoc-Roussillon, École Pratique des Hautes Études. 43 p.
- Cocâtre D. 2008 – Premier cas connu de reproduction du Pélobate cultripède (*Pelobates cultripipes*) en Basse Ardèche, un crapaud rare et méditerranéen. *Cahiers Païolive*, 1: 173-174.
- Díaz-Paniagua C. 1988 – Temporal segregation in larval amphibian communities in temporary ponds at a locality in SW Spain. *Amphibia-Reptilia*, 9: 15-26.
- Díaz-Paniagua C. 1992 – Variability in timing of larval season in an amphibian community in SW Spain. *Ecography*, 15 : 267-272.
- Duguet R. & Melki F. (éd.) 2003 – *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, Mèze. 480 p.
- Duguet R., Ladet A., Peyronel O. & Dallard R. 2017 – Mise au point sur la répartition présente et passée du Pélobate cultripède *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) (Anura : Pelobatidae) dans le département de l'Ardèche (07). *Bulletin de la Société herpétologique de France*, 161: 85-87.

- Durand E. 2015a – État des connaissances sur le Pélobate cultripède *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) dans le Vaucluse. *Nature de Provence* – Revue du CEN PACA, publication web, octobre 2015: 1-12. Accessible en ligne, URL : < file:///C:/Users/User/Downloads/PelobateVaucluse\_def.pdf > (consulté le 15 mars 2017).
- Durand E. 2015b – Découverte de quatre nouvelles stations de reproduction du Pélobate cultripède *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829) dans le Vaucluse. *Nature de Provence*, – Revue du CEN PACA, publication web, octobre 2015: 1-7. Accessible en ligne, URL : < file:///C:/Users/User/Downloads/PelobateNouvellesStations\_def%20(1).pdf > (consulté le 15 mars 2017).
- Fabre J. & Pelte T. 2013 – *Étude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau*. Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. 48 p.
- Frachon-Dugas C. 2008 – *Répartition géographique et caractérisation écologique des sites de reproduction du Pélobate cultripède dans le sud de la France*. Rapport de Master, Université de Provence. 47 p.
- Galán P., Cabana M. & Ferreira R. 2010 – Estado de conservación de *Pelobates cultripipes* en Galicia. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 21: 90-99.
- Geniez P. & Cheylan M. 2012 – *Les Amphibiens et Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes. Atlas biogéographique*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et Biodiversité). 448 p.
- Grossi J.-L. & Fonters R. (éd.) 2015 – *Les amphibiens et reptiles de Rhône-Alpes*. Groupe Herpétologique Rhône-Alpes, LPO Rhône-Alpes, Lyon. 448 p.
- Gómez-Mestre I., Kulkarni S. & Buchholz D.R. 2013 – Mechanisms and consequences of developmental acceleration in tadpoles responding to pond drying. *PlosOne* 8(12), e84266.
- Gómez-Rodríguez C., Díaz-Paniagua C., Serrano L. A., Florencio M. & Porthault A. 2009 – Mediterranean temporary ponds as amphibian breeding habitats: the importance of preserving pond networks. *Aquatic Ecology*, 43: 1179–1191.
- Gómez-Rodríguez C., Díaz-Paniagua C., Bustamante J., Porthault A. & Florencio M. 2010 – Inter-annual variability in amphibian assemblages: implications for diversity assessment and conservation. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 20: 668-677.
- Gutiérrez-Rodríguez J., Márcia Barbosa A. & Martínez-Solano I. 2017 – Present and past climatic effects on the current distribution and genetic diversity of the Iberian spadefoot toad (*Pelobates cultripipes*): an integrative approach. *Journal of Biogeography*, 44: 245–258.
- Jakob C., Poizat G., Veith M., Seitz A. & Crivelli A. J. 2003 – Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Hydrobiologia*, 499: 51-61.
- Joly D., Brossard T, Cardot H., Cavailles J., Hilal M. & Wavresky P. 2010 – Les types de climats en France, une construction spatiale. *Cybergeo : European Journal of Geography*. Document 501, mis en ligne le 18 juin 2010. URL : < http://cybergeo.revues.org/23155 > (consulté le 21 mai 2017).
- Jourdan H. 2010 – *Pélodyte ponctué : Petites histoires évolutives. Variabilité des traits d'histoire de vie en populations fragmentées : stratégies de reproduction chez le Pélodyte ponctué Pelodytes punctatus (Anoure)*. Thèse de doctorat, Université Montpellier II. 202 p.

- Jourdan-Pineau H., David P. & Crochet P.-A. 2012 – Phenotypic plasticity allows the Mediterranean parsley frog *Pelodytes punctatus* to exploit two temporal niches under continuous gene flow. *Molecular Ecology*, 21: 876–886.
- Ladet A., Bauvet C. & Jacob F. 2011 – *Inventaire des batraciens des ruisseaux de Fontgraze (dont Bourbouillet) et du Granzon. Synthèse des connaissances et prospections de l'année 2010*. CORA-FRAPNA, Conseil général de l'Ardèche, DREAL Rhône-Alpes. 45 p.
- Lizana M., Márquez R. & Martín-Sánchez R. 1994 – Reproductive biology of *Pelobates cultripes* in Central Spain. *Journal of Herpetology*, 28: 19-27.
- Magnan A., Garnaud B., Billé R., Gemenne F. & Hallegatte S. 2009 – *La Méditerranée au futur. Des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation*. Iddri, CIRED-Météo France. 43 p.
- Nyström P., Birkedal L., Dahlberg C. & Brönmark C. 2002 – The declining spadefoot toad *Pelobates fuscus*: calling site choice and conservation. *Ecography*, 25: 488–498.
- Petitot M., Manceau N., Geniez P. & Besnard A. 2014 – Optimizing occupancy surveys by maximizing detection probability: application to amphibian monitoring in the Mediterranean region. *Ecology Evolution*, 4(18): 3538-3549.
- Priol P. 2015 – *Suivi d'une espèce rare en vue de sa conservation : dynamique spatiale et temporelle de populations de Pélobate cultripède (Pelobates cultripes) en Aquitaine*. Mémoire de Diplôme, École Pratique des Hautes Études, Montpellier. 92 p.
- Recuero E. 2014 – Sapo de espuelas – *Pelobates cultripes*. Pp. 1-16 in : Salvador A. (éd.) & Martínez-Solano I. (éd. adjoint pour les Amphibiens), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles, Portal de información en línea sobre la historia natural de los vertebrados españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Accessible en ligne, URL : < <http://www.vertebradosibericos.org/anfibios/pelcul.html> > (consulté le 15 mars 2017).
- Richter-Boix A., Llorente G.A. & Montori A. 2007 – Structure and dynamics of an amphibian metacommunity in two regions. *Journal of Animal Ecology*, 76: 607–618.
- Rodríguez Jiménez A. J. 1988 – Fenología de una comunidad de anfibios asociada a cursos fluviales temporales. *Donana, Acta Vertebrata*, 15: 29-43.
- Salvador A. & Carrascal L. 1990 – Reproductive phenology and temporal patterns of mate access in Mediterranean anurans. *Journal of Herpetology*, 24: 438-441.
- Salvidio S. & Quero J.-Y. 1987 – Observations sur l'activité de *Pelobates cultripes* (Anura, Pelobatidae), *Bufo calamita* et *Bufo bufo* (Anura, Bufonidae) dans la mare du Grand Travers (Hérault). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 41: 1-7.
- Sinsch U. 1988 – Temporal spacing of breeding activity in the natterjack toad, *Bufo calamita*. *Oecologia*, 76(3): 399-407.
- Sinsch U. 1992 – Structure and dynamic of a natterjack toad metapopulation (*Bufo calamita*). *Oecologia*, 90(4): 489-499.
- Thirion J.-M. 2006 – *Le Pélobate cultripède Pelobates cultripes (Cuvier, 1829) sur la façade atlantique française : chorologie, écologie et conservation*. Mémoire de Diplôme, École Pratique des Hautes Études, Montpellier. 229 p.

Manuscrit accepté le 24 mai 2017



Pélobate cultripède ingérant une magicienne dentelée (*Saga pedo*) (Orthoptera : Tettigoniidae) dont les pattes postérieures sont encore apparentes, Ruisseau de Bourbouillet, 1<sup>er</sup> octobre 2016. Photo : R. Duguet.

*Western spadefoot ingesting a predatory bush cricket (Saga pedo) (Orthoptera: Tettigoniidae) whose hind legs are still visible. "Ruisseau de Bourbouillet", October 1<sup>st</sup> 2016. Picture: R. Duguet.*

## Une population montagnarde de Triton marbré *Triturus marmoratus* dans les Pyrénées béarnaises

par

Jean-Marc THIRION<sup>(1)</sup>, Florian DORÉ<sup>(1)</sup>, Julie VOLLETTE<sup>(1)</sup>, Didier MELET<sup>(2)</sup>,  
Patrick NUQUES<sup>(2)</sup>, Jérôme LAFFITE<sup>(2)</sup> & Eric SOURP<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Association OBIOS, 22 rue du docteur Gilbert, F-17250 Pont l'Abbé d'Arnoult  
thirion.jean-marc@sfr.fr

<sup>(2)</sup> Parc National des Pyrénées, Tarbes

**Résumé** – Le Triton marbré est connu comme une espèce des plaines du sud-ouest de l'Europe. Cependant, en 2010, lors d'un suivi des Amphibiens dans le Parc National des Pyrénées, une population de Triton marbré a été observée à l'étage montagnard à 1 032 m d'altitude. Actuellement, c'est à notre connaissance la seule population montagnarde connue des Pyrénées occidentales. En 1980, une ancienne population montagnarde a été notée dans la même vallée à proximité du col de Marie-Blanque à 1 035 m d'altitude mais elle n'a pas été retrouvée. Sur l'ensemble de sa répartition, d'autres populations montagnardes sont connues dans les Pyrénées Catalanes, le Massif central, les Montagnes noires, le système central Ibérique et au Portugal, dans la Sierra de Estrela. La compréhension de l'isolement altitudinal actuel doit être recherchée dans les variations de périodes chaudes et froides de l'Holocène.

**Mots-clés** : *Triturus marmoratus*, répartition, Parc National des Pyrénées, population, étage montagnard.

**Summary** – A mountain population of marbled Newt *Triturus marmoratus* in the “Béarn” part of Pyrenees. The marbled newt is known as a southeast European lowland species. However, in 2010, during amphibian monitoring in the Pyrenees National Park, a marbled newt population has been recorded at the mountane ecosystem level at an altitude of 1,032 m. This is to our knowledge the only mountain population currently known in the western Pyrenees. In 1980, an old mountain population was noted in the same valley, next to the Marie-Blanque mountain pass, at 1,035 m but it has not been found again since then. On the entire distribution, other mountain populations are known in the Catalan Pyrenees, the “Massif central”, the “Montagnes noires” (black mountains), the Central Iberian System and in Portugal, in the Sierra de Estrela. Understanding of current altitudinal isolation should be linked hot and cold periods' variations of the Holocene.

**Key-words**: *Triturus marmoratus*, distribution, Pyrenees National Park, population, mountain ecosystem.

## I. INTRODUCTION

Le Triton marbré *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) est une espèce dont la répartition occupe le sud-ouest de l'Europe, de la moitié nord de la péninsule Ibérique au sud et à l'ouest de la France (P. ex. Sillero *et al.* 2014). En France, cette espèce est présente dans une grande partie des départements de l'ouest, s'étendant en région méditerranéenne jusque dans le Gard et ne dépassant pas le Rhône (Miaud & Grosselet 2012). En France, sa distribution semble limitée par l'isotherme de janvier de moins de 4°C (Zuiderwijk 1986). Le Triton marbré est considéré par de nombreux auteurs comme étant une espèce de plaine et plus rarement de moyenne montagne (P. ex. Duguet & Melki 2003). En France, les localités de cette espèce en montagne restent donc rares (Zuiderwijk 1989, Duguet & Melki 2003, Pottier *et coll.* 2008, Geniez & Cheylan 2012). Dans le cadre d'un suivi effectué au printemps 2010 pour le Parc National des Pyrénées, une population montagnarde de Triton marbré a été trouvée en Vallée d'Aspe. Il n'y avait pas eu depuis une trentaine d'année de découverte de population montagnarde dans les Pyrénées.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Afin de connaître la distribution des espèces d'Amphibien, dont le Triton marbré, dans le périmètre du Parc National des Pyrénées béarnaises (vallées d'Aspe et d'Ossau), 134 habitats aquatiques ont été suivis avec trois passages par habitat de fin avril à fin juillet 2010 en fonction de l'altitude (Fig. 1). Pour chaque passage, 10 minutes de recherche à vue par habitat de reproduction sont effectuées ainsi que 10 minutes de pêche à l'aide d'une épuisette robuste à maille fine (4 mm). Ce suivi par présence-absence des espèces d'Amphibiens a été réalisé pour établir, par modélisation, l'occupation de chaque espèce en fonction de sa probabilité de détection à l'aide d'une méthode de McKenzie dont le détail statistique des résultats n'est pas présenté dans cet article (Thirion *et al.* 2012). Entre chaque habitat prospecté, une désinfection du matériel a été effectuée par application du protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose (Dejean *et al.* 2010).

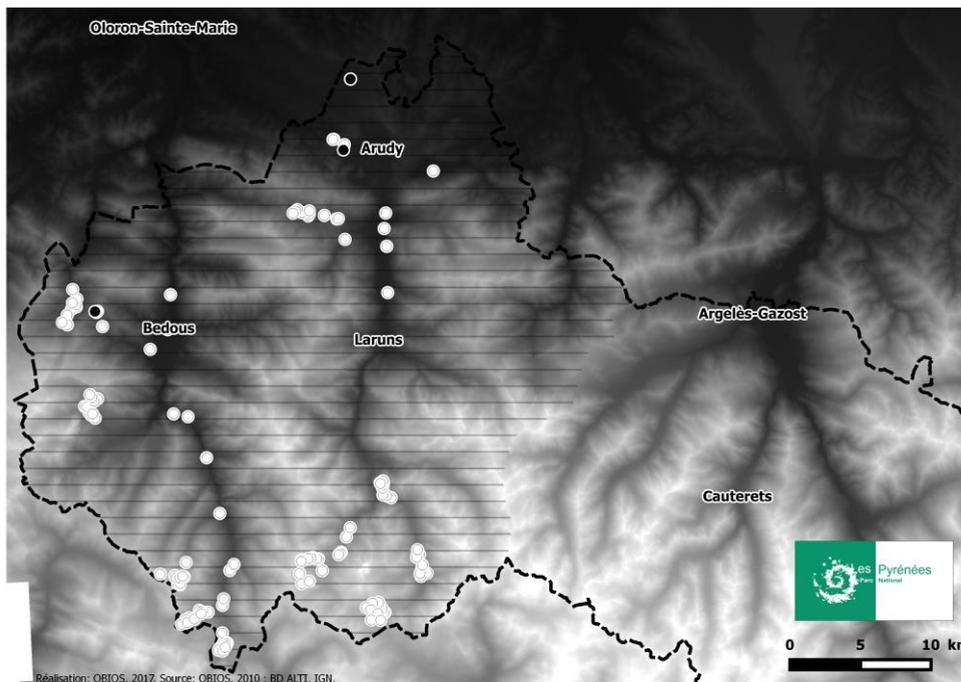
## III. RÉSULTATS

Durant cet inventaire, trois localités de Triton marbré, ont été trouvées dans le périmètre du Parc National des Pyrénées béarnaises. Les trois localités se trouvent dans la zone de l'aire optimale d'adhésion du Parc national (Fig. 1).

La première se trouve dans les tourbières de Buzy gérées par le Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine à l'étage collinéen, à une altitude de 365 m. Plus de 10 individus adultes ont été notés dans des fossés de drainage de la tourbière. Plusieurs femelles pondaient dans des herbiers de *Potamogeton polygonifolius*. L'espèce était déjà connue de cette station par le Conservatoire d'espaces naturels. La deuxième station est au lieudit Le Tilhou, dans la commune d'Arudy à 412 m d'altitude dans la Vallée d'Ossau. Deux adultes ont été observés dans une dépression prairiale temporaire.

La dernière se trouve, en vallée d'Aspe, au col de Bouesou dans la commune d'Osse-en-Aspe. Le 30 mai 2010, 35 adultes de Triton marbré ont été observés en train de se reproduire dans une mare à 1 001 m d'altitude entourée de hêtres avec quelques herbiers aquatiques où les femelles pondaient. Des prospections supplémentaires ont permis de noter de nuit des adultes sortant de plusieurs terriers de rongeur dans un talus bordant la route du

col à 1 032 m d'altitude. Cette population de Triton marbré se situe à l'étage montagnard sur un versant exposé plein sud.



**Figure 1 :** Occupation du Tritons marbré *Triturus marmoratus* dans les 134 habitats aquatiques suivis dans la partie béarnaise de l'aire optimale d'adhésion du Parc National des Pyrénées : point noir présence de Triton marbré ; point blanc absence de Triton marbré ; en hachuré secteur d'étude ; en pointillé périmètre de l'aire optimale d'adhésion du Parc National des Pyrénées.

Figure 1: Occupancy of marbled newt *Triturus marmoratus* in the 134 aquatics habitats monitored in the “Béarn” part of Pyrenees National Park’s optimal adhesion area: black dot presence of marbled newt; white dot absence of marbled newt; hatched study area; dotted line perimeter of Pyrenees National Park’s optimal adhesion area.

L’habitat dominant est une Hêtraie acidiphile montagnarde à Houx propre au domaine atlantique (montagnard inférieur) de la sous-alliance du *Ilici aquifoliae-Fagenion sylvaticae* (code Corine : 41.12 ; code natura 2000 : 9120), avec : Hêtre *Fagus sylvatica*, Houx *Ilex aquifolium*, Myrtille *Vaccinium myrtillus*, Canche flexueuse *Avenella flexuosa*, Grande Luzule *Luzula sylvatica* subsp. *sylvatica*, Faux Désespoir des peintres *Saxifraga hirsuta* subsp. *hirsuta*, Chèvrefeuille des bois *Lonicera periclymenum*, Euphorbe faux amandier *Euphorbia amygdaloides*, Coudrier *Corylus avellana*, Sapin pectiné *Abies alba*, Chêne rouvre *Quercus petraea*, Bruyère de saint Daboec *Daboecia cantabrica*, Daphné lauréole *Daphne laureola*, Gesse des montagnes *Lathyrus linifolius* f. *montanus*, Blechné *Struthiopteris spicant*, Germandrée scorodaine *Teucrium scorodonia*, Fougère aigle *Pteridium aquilinum* subsp. *aquilinum*, Fougère femelle *Athyrium filix-femina*, Fougère mâle *Dryopteris filix-mas*...

Cet habitat est dégradé par des pratiques récurrentes d’écobuage qui entraînent une lande à Fougère aigle (code Corine : 31.86).

#### IV. DISCUSSION

Les stations de Tritons marbrés dans les limites du Parc National des Pyrénées, aire d'adhésion comprise sont très localisées. Dans les Pyrénées occidentales, la découverte d'une population de Triton marbré à l'étage montagnard du domaine atlantique est exceptionnelle pour une espèce de plaine. C'est à notre connaissance, la deuxième mention à l'étage montagnard dans les Pyrénées occidentales françaises. La première mention a été réalisée en 1980 par Zuiderwijk dans la même vallée à proximité du col de Marie-Blanque à 1 035 m d'altitude sur la commune d'Escot (Zuiderwijk 1989).

En France, d'autres populations montagnardes de Tritons marbrés sont connues, notamment dans les Pyrénées Catalanes à Montic-les-Bains à 1 110 m d'altitude au Pic del Roussillou en 2003 (Muratet *in* Geniez & Cheylan 2012) et dans la commune de Le Clat, secteur de Les Pijols, col del Bosc et Pas d'Encaume à 1 250 m d'altitude en 1999 (Gouret *in* Geniez & Cheylan 2012).

Dans le Parc naturel régional du Haut-Languedoc, plusieurs populations de Triton marbré ont été notées au niveau de la forêt communale de Lacaune à 1 135 m d'altitude au Plo des Parcs en 2006 (Bonnet *in* Geniez & Cheylan 2012) et à 1 150 m d'altitude non loin de la précédente station par M. Wauthier en 2013 (Geniez comm. pers.). Dans la partie sud de ce parc naturel régional, une population de ce triton a été observée à proximité du centre forestier de Combesalat commune de Salvetat-sur-Agout à une altitude de 981 m en 2014 par Bonnet (Geniez comm. pers.).

D'autres populations montagnardes de Triton marbré ont été signalées dans le Massif central à 780 m d'altitude sur les contreforts de l'Aubrac (Trille *in* Pottier *et coll.* 2008), à 880 m d'altitude sur le Lévézou (Trille *in* Pottier *et coll.* 2008). Dans la Montagne noire l'espèce a été vue dans la commune de Lacabarède à 840 m d'altitude (Pottier & Mauchoffé *in* Pottier *et coll.* 2008).

Au niveau du plateau de Millevaches (Limousin), une population de Triton marbré montagnarde a été relevée à 900 m d'altitude dans la commune de Peyrelevade (Mazaud 2000).

Dans la péninsule Ibérique, ce grand Triton occupe quelques stations de la forme méditerranéenne de l'étage montagnard, l'oroméditerranéen comme le définit Ozenda (1994). Les stations les plus élevées en altitude se situent dans le système central à 2 100 m pour la Sierra de Guadarrama et 1 850 m pour le système Ibérique (Albert & García-París 2002). Au Portugal l'altitude la plus élevée est située dans la Sierra de Estrela à 1 930 m (Godinho *et al.* 1999).

Les populations montagnardes de Triton marbré semblent toutes en situation d'isolement. La compréhension de cet isolement doit être recherchée dans l'histoire évolutive de cette espèce. Les différentes recherches en phylogéographie confirment le rôle de la péninsule Ibérique comme refuge glaciaire pour le Triton marbré au cours de la glaciation du Würm (Gómez & Lunt 2007, Wielstra *et al.* 2013). Durant la période de réchauffement climatique de l'Holocène (qui débute vers 11700 cal BP), le Triton marbré semble avoir étendu, depuis ses refuges glaciaires ibériques, son aire de distribution en latitude et en altitude (P. ex. Baillon & Rage 2012). Lors d'une période de refroidissement durant l'Holocène comme le petit âge glaciaire, les conditions d'un climat plus froid ont certainement entraîné l'extinction de populations en limite de leur capacité écologique en altitude et en latitude. Seules quelques populations isolées ont pu alors se maintenir dans des habitats particuliers qui offraient des conditions thermiques favorables. Par exemple, le Noisetier *Corylus avellana* en Scandinavie avait une aire de répartition plus importante lors

du maximum thermique de l'Holocène et son aire de répartition a diminué en latitude et altitude lors d'une période plus froide qui a suivi (Seppä *et al.* 2015).

Ces populations altitudinales de Triton marbré ont certainement développé des particularités démographiques qu'il serait intéressant de connaître.

**Remerciements** – Nous aimerions remercier tout particulièrement les herpétologues qui nous ont permis de compléter la connaissance altitudinale du Triton marbré en dehors de la zone d'étude et en particulier Philippe Geniez, Jean-Christophe de Massary et Gilles Pottier. Nous aimerions remercier Gilles Pottier pour la relecture de cet article qui a permis d'apporter des précisions sur l'habitat montagnard de cette population originale de Triton marbré.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albert, E.M. & García-París, M. 2002 – *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800). Tritón jaspeado. Pp. 67-69 in Pleguezuelos J.M., Márquez R. & Lizana M. (éds.). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española. (2<sup>e</sup> édition), Madrid. 587 p.
- Baillon S. & Rage J.-C. 2012 –. Données fossiles et mise en place de l'herpétofaune actuelle de la France. Pp. 33-39, in Lescure, J. & de Massary J.-C. (coords). *Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité). 272 p.
- Dejean T., Miaud C. & Schmeller D. 2010 – Protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose lors d'intervention sur le terrain. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 134 : 47-50.
- Duguet R. & Melki F. (éds.). 2003 – *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Éditions Biotope, Mèze [collection Parthénope]. 480 p.
- Geniez P. & Cheylan M. 2012 – *Les Amphibiens et les Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes, atlas biogéographique*. Éditions Biotope, Mèze ; Muséum National d'Histoire naturelle, Paris [collection Inventaires et biodiversité]. 448 p.
- Godinho R., Teixeira J., Rebelo R., Segurado P., Loureiro A., Alvares F., Gomes N., Cardoso P., Camilo-Alves C. & Brito, J.C. 1999 – Atlas of the continental Portuguese herpetofauna: an assemblage of published and new data. *Revista Española de Herpetología*, 13: 61-82.
- Gómez A. & Lunt D.H. 2007 – Refugia within refugia: patterns of phylogeographic concordance in the Iberian Peninsula. Pp. 155-188 in Weiss S. & Ferrand N. (éds.). *Phylogeography of Southern European Refugia*. Springer, Dordrecht (Netherlands). 377 p.
- Mazaud S. 2000 – Triton marbré (*Triturus marmoratus* [Latreille, 1800]). Pp. 144-145 in GMHL, *Mammifères, Reptiles et Amphibiens du Limousin 1990-1998*. Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin, Limoges. 215 p.
- Miaud C. & Grosselet O. 2012 – *Triturus marmoratus*, Triton marbré. Pp. 86-87 in Lescure J. & de Massary J.-C. (coords). *Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris [collection Inventaires & biodiversité]. 272 p.
- Ozenda P. 1994 – *Végétation du continent européen*. Delachaux et Niestlé, Paris. 271 p.

Pottier G. & collaborateurs 2008 – *Atlas de répartition des reptiles et amphibiens de Midi-Pyrénées*. Les atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Nature Midi-Pyrénées, Toulouse. 126 p.

Seppä H., Schurgers G., Miller P.A., Bjune A.E., Giesecke T., Kühl N., Renssen H & Salonen J.S. 2015 – Trees tracking a warmer climate: The Holocene range shift of hazel (*Corylus avellana*) in northern Europe. *The Holocene*, 25(1): 53-63.

Wielstra B., Crnobrnja-Isailović J., Litvinchuk S.N., Reijnen B.T., Skidmore A.K., Sotiropoulos K., Toxopeus A.G., Tzankov N., Vukov T. & Arntzen J.W. 2013 – Tracing glacial refugia of *Triturus* newts based on mitochondrial DNA phylogeography and species distribution modeling. *Frontiers in Zoology*, 10: 1-14.

Zuiderwijk A. 1986 – Competition, coexistence and climatic conditions: Influence on the distribution of the Warty Newt, *Triturus cristatus*, in Western Europe. Pp. 679-684 in Roček Z. (éd.). *Studies in Herpetology (Proceedings of the Third Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica)*. Charles University Press. Prague. xxviii + 754 p.

Zuiderwijk A. 1989 – *Triturus marmoratus*, Triton marbré. Pp. 46-47 in Castanet J. & Guyétant R. (coords). *Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France*. Société Herpétologique de France, Université de Paris. 191 p.

*Manuscrit accepté le 17 juin 2017*



Mâle de Triton marbré sur la berge de la mare au col de Bouesou. Photo : J.-M. Thirion.

*Marbled newt male on the pond bank of the Bouesou mountain pass. Picture: J.-M. Thirion.*

# Habitat selection of the endangered Crocodile newts *Echinotriton* (Amphibia: Salamandridae): a preliminary assessment

by

Axel HERNANDEZ<sup>(1)</sup>, Daniel ESCORIZA<sup>(2)</sup> & Mian HOU<sup>(3,4)</sup>

<sup>(1)</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Sciences and Technics,  
University Pasquale Paoli of Corsica, F-20250 Corte.  
hernandez.axel.1989@gmail.com

<sup>(2)</sup>Laboratory Ecology, Biodiversity and Environment, University Abdelmalek Essaâdi,  
Avenue Khenifra. 93000, Tétouan, Morocco.  
daniel\_escoriza@hotmail.com

<sup>(3)</sup>College of Continuing Education, Sichuan Normal University,  
Chengdu, Sichuan, 610068, China.

<sup>(4)</sup>Institute of Herpetology and Liaoning Key Laboratory of Evolution and Biodiversity,  
Shenyang Normal University, Shenyang, Liaoning, 110034 China.

**Summary** – Crocodile newts (genus *Echinotriton*) comprise three species of terrestrial salamandrids whose ecology is poorly understood and which exhibit a fragmented distributional pattern. Anderson's salamander *E. andersoni* occurs on the Ryukyu archipelago (Japan) while the Chinhai Salamander *E. chinhaiensis* and the mountain spiny newt *E. maxiquadratus* are critically endangered microendemic taxa from south-eastern China. We studied the environmental factors (climate, topography and vegetation cover) that may influence the observed distributional patterns. We found all species of the genus in 13 localities, which covered most of their distributional range. Our results indicated that crocodile newts inhabit perhumid, broadleaved forests at low to moderate elevations. Niche models showed highly suitable areas for crocodile newts in eastern Taiwan and south-eastern China, which could host undiscovered populations. These models also showed that the ranges of *Echinotriton* species could be little affected by the expected climate change. The presence of *Echinotriton* species positively correlated with forested habitats and high precipitation; it negatively correlated with cultivated landscapes. Crocodile newts are niche specialists and are potentially vulnerable to anthropogenic habitat disturbance.

**Key-words:** Salamandridae, ecology, forest, niche specialist, tropical Asia.

**Résumé** – Sélection d'habitat des salamandres crocodiles menacées, *Echinotriton* (Amphibia : Salamandridae) : Une évaluation préliminaire. Les salamandres crocodiles appartiennent au genre *Echinotriton*. Celui-ci comprend trois espèces de salamandridés terrestres présentant une répartition très fragmentée et dont l'écologie reste peu connue à ce jour. La Salamandre crocodile d'Anderson, *E. andersoni* est distribuée sur l'archipel Ryukyu (Japon) tandis que la Salamandre crocodile du Chinhai, *E. chinhaiensis* et la Salamandre épineuse des montagnes, *E. maxiquadratus* sont des espèces en danger critique d'extinction et micro endémiques du sud-est de la Chine. Nous étudions les facteurs environnementaux (climat, topographie et végétation) qui peuvent influencer la distribution de ces espèces. Nous avons découvert les espèces du genre au sein de 13 localités qui représentent toute l'aire de répartition connue à ce jour.

Nos résultats indiquent que les salamandres crocodiles occupent les forêts perhumides de feuillus de basse à moyenne altitude. Les modèles de niches écologiques révèlent de nouveaux habitats favorables

à l'est de Taiwan et au sud-est de la Chine. Ces zones pourraient donc abriter de nouvelles populations non répertoriées. Ces modèles montrent aussi que la distribution des espèces du genre *Echinotriton* peut être affectée par le changement climatique. La présence du genre dépend largement des habitats forestiers et des fortes précipitations ; elle apparaît négative dans les habitats cultivés. Les salamandres crocodiles occupent des niches écologiques spécialisées et elles sont potentiellement vulnérables à la dégradation des habitats anthropisés.

**Mots-clés:** Salamandridae, écologie, forêts, niche écologique spécialisée, Asie tropicale.

## I. INTRODUCTION

The Salamandridae is a widely-distributed family of caudate amphibians, including 116 species. They occur in temperate regions of the Holarctic, with some species reaching into subtropical and tropical Asia (AmphibiaWeb 2017). This family appears widely diversified in south-eastern Asia with seven endemic genera and 52 species (Raffaëlli 2013). One genus is *Echinotriton* Nussbaum and Brodie, 1982, which together with *Tylostotriton* and the western Mediterranean *Pleurodeles*, compose the tribe Pleurodelini, a primitive lineage within Salamandridae (Kurabayashi *et al.* 2012, Marjanović & Witzmann 2015, Hernandez 2016).

The genus *Echinotriton* includes three species, *E. andersoni* (Boulenger, 1892), *E. chinhaiensis* (Chang, 1932), and *E. maxiquadratus* Hou, Wu, Yang, Zheng, Yuan and Li, 2014. They are moderate-sized terrestrial salamanders (total length between 129–169 mm) with black dorsal coloration (Fei *et al.* 2006, Hou *et al.* 2014). Crocodile newts are very 'secretive' and their natural history is poorly known (Hou *et al.* 2014, Hernandez 2016). Anderson's Salamander *E. andersoni* (Fig. 1A) is confined to the Ryukyu archipelago (Japan), its former Taiwanese populations probably being extinct (Zhao 1998, Goris & Maeda 2004). Specimens previously collected in Taiwan may in fact belong to a fourth, undescribed species (Hou *et al.* 2014). The Chinhai Salamander *E. chinhaiensis* (Fig. 1B) occurs on mainland China, in Zhejiang Province (China), and inhabits an area of less than 60 km<sup>2</sup> (Liu *et al.* 2010). The recently described Mountain Spiny Newt *E. maxiquadratus* (Figs. 1C, D) likewise encompasses a remarkably restricted geographic range in the mountains of south-eastern China (Hou *et al.* 2014, Hernandez 2015, 2016). It is possible that the populations of these species are declining due to habitat disturbance (Sugawara *et al.* 2012, Hou *et al.* 2014).

Many species of terrestrial salamanders can be considered niche specialists, owing to their preferences for mild temperatures and high environmental moisture (Feder 1982, Salvadio *et al.* 1994, Homan *et al.* 2003, Gifford & Kozak 2012). As a consequence of this, the composition of salamander assemblages at the large spatial scale is structured according to a balance between environmental water availability and energy (Qian *et al.* 2007). At a fine spatial scale, variations in microtopography and vegetation cover are associated with the sheltered conditions generally favoured by salamanders (Parker 1991, Kluber *et al.* 2009). Therefore, the combined influence of macroclimate, topography and vegetation regulates the complexity of salamander assemblages in each ecoregion around the world (Grover 1998, Ruano-Fajardo *et al.* 2014, Escoriza & Ben Hassine 2015).

Here, we examine whether these factors have also influenced the known extant distribution of all *Echinotriton* species. Because they are microendemic species, we predicted that their occurrence is strongly dependent on macroclimatic, topographic and vegetation characteristics. It is crucial to determine the relative importance of these factors in order to design conservation strategies for them and to identify potentially suitable areas that could host still undiscovered populations.



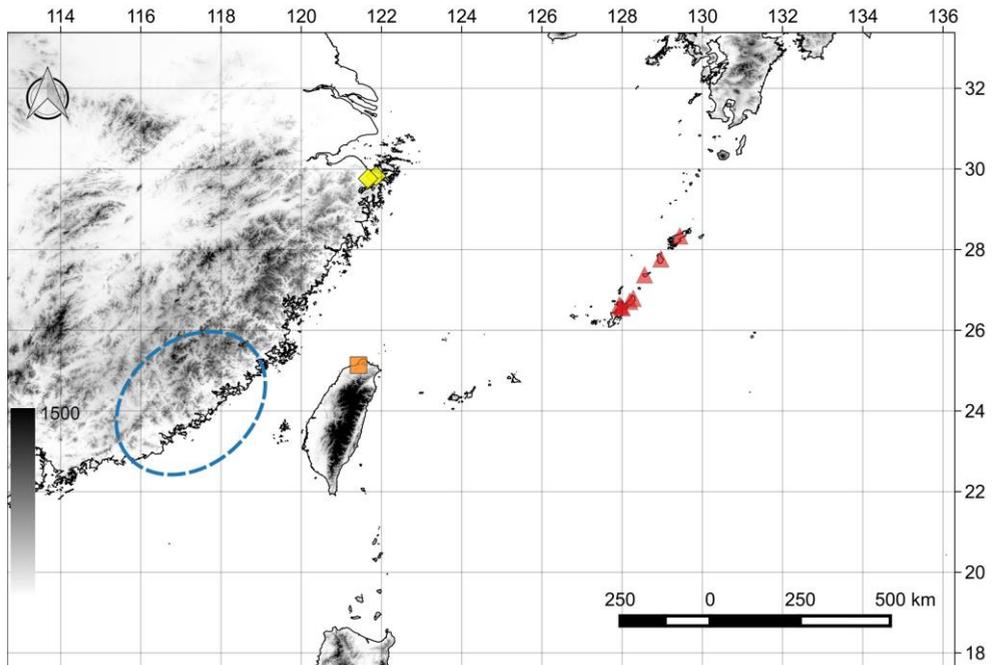
**Figures 1:** Pictures of adult specimens of *Echinotriton andersoni* (A), *E. chinhaiensis* (B) and *E. maxiquadratus* (C). Larvae of *E. maxiquadratus* (D). Pictures : Axel Hernandez.

Figures 1 : Photos des spécimens adultes d'*Echinotriton andersoni* (A), d'*E. chinhaiensis* (B) et d'*E. maxiquadratus* (C). Larve d'*E. maxiquadratus* (D). Photos : Axel Hernandez.

## II. METHODS

Our study area covers southeast China, Taiwan and the Ryukyu archipelago (Japan) (Fig. 2). Most of the region is characterized by a perhumid Cfa climate type following the Köppen-Geiger system (Cao *et al.* 1995; Peel *et al.* 2007). In the Ryukyu archipelago, we studied the localities ( $n = 8$ ; Fig. 2) of the two sublineages of *E. andersoni*, occurring in the Okinawa and the Amami island groups (Honda *et al.* 2012). In Taiwan, we studied the locality ( $n = 1$ ; Fig. 2) where three specimens were collected by the Shibuya Nature Science Laboratory in 1935 and deposited in the Museum of Comparative Zoology, Harvard University: Formosa (= Taiwan), Taihokushiu and Mt. Guanyinshan (MCZA-22515, A-22516, A-22517). On mainland China, each two sites were studied for *E. chinhaiensis* (Fig. 2), and two for *E. maxiquadratus* (not shown). For conservation reasons precise coordinates are not provided here for these localities because *E. chinhaiensis* and *E. maxiquadratus* are critically endangered (Stuart *et al.* 2008, Hou *et al.* 2014). Field work was conducted by the first and third authors during November (2013–2014), and May–August (2011–2015).

We obtained data describing the variations in climate, topography and vegetation cover in the study area. The climate was characterized according to two variables: annual mean temperature and annual precipitation, because both are highly correlated to the regional diversity of amphibians (Qian *et al.* 2007). Topography was described based on elevation and an index of the spatial variation in elevation, the ruggedness index (Riley *et al.* 1999). This index ranges from zero (level terrain), 162 (intermediately rugged), to 959 (extremely rugged terrain). Climate (current and future conditions) and elevational data were obtained from the WorldClim database (Hijmanns *et al.* 2005).



**Figure 2:** Range of *Echinotriton andersoni* (triangles), *E. chinhaiensis* (diamonds) and *E. maxiquadratus* (circle) in Southeast Asia. The only known locality in Taiwan is shown as an square.  
 Figure 2 : Distribution d'*Echinotriton andersoni* (triangles), d'*E. chinhaiensis* (losanges) et d'*E. maxiquadratus* (cercles) en Asie du sud-est. La seule localité connue à Taiwan est annotée par un carré.

Vegetation cover was described as the percentage of cover per square kilometer according to four classes (forest, cultivated vegetation, bush and herbaceous vegetation). The vegetation data was provided by Global 1-km Consensus Land Cover (Tuanmu & Jetz 2014). Data were extracted at a spatial resolution of 30 arc-seconds (i.e. 900 m per pixel at the equator) using the package QGIS (Quantum-GIS Development Core Team 2015).

We assessed the pairwise collinearity among the explanatory variables by constructing a correlation matrix and removing any highly-correlated predictors ( $r \geq 0.75$ ) from subsequent analyses. We then evaluated which variables influenced the occurrence of the genus *Echinotriton*. To do this we compared the data obtained from the observed distribution with the available environmental space. This type of approach is useful in ecological studies of rare or little-known species (Gibson *et al.* 2007, Pearson *et al.* 2007). We followed two complementary approaches: an ecological niche model conducted by MaxEnt, and a canonical outlying mean index (OMI) analysis (Dóledec *et al.* 2000, Hof *et al.* 2011).

The ecological niche model was run with 70 % of the locations allocated to training and with a regularization value of 1 (Anderson & Gonzalez 2011). We set models with hinge features, as they generate models focused on general trends (Elith *et al.* 2010), as we were interested to model the whole niche of the genus. The final model was the average of 30 replicates. We assessed the model's performance using the area under the ROC curve (AUC). The significance of the ecological niche model was evaluated by comparing the observed AUC value to those obtained based on random models (Raes & ter Steege 2007). We generated 999 null models including the same number of localities as in the distribution

model. The distribution model was also projected on the future conditions (2050–2070) layers, based on mean annual temperatures and precipitation variables, in order to estimate the putative effect of climate change on the range of the genus *Echinotriton* (Fouquet *et al.* 2010). These analyses were performed using the packages MaxEnt 3.3.3k (Phillips *et al.* 2006) and ‘dismo’ (Hijmans *et al.* 2016) for R (R Core Development Team 2015).

A canonical OMI analysis (CANOMI) was conducted including pseudo-absences in the response variable (Dóledec *et al.* 2000). To do this we generated 118 random points within the study region using the routine ‘Random points’ (implemented in the QGIS package), extracting also the environmental data for these points. We evaluated significant differences between presence/pseudo-absence datasets by performing PERMANOVA tests, based on Euclidean distance matrices of the normalized predictor data (Anderson 2005). Species’ positions were evaluated using CANOMI, estimating their relative deviation from the average conditions, so that higher OMI values indicated the occupancy of more marginal niches (Dóledec *et al.* 2000). CANOMI also provided an estimate of the association between species sites and the original variables (Dóledec *et al.* 2000). These analyses were performed using the packages Primer-E (Primer-E Ltd., Plymouth) and ‘adehabitatHS’ (Calenge & Basille 2015) for the R environment (R Core Development Team 2015).

### III. RESULTS

We found specimens of all three *Echinotriton* species (adults/juveniles for *E. andersoni*, *E. chinhaiensis* and *E. maxiquadratus*, and larvae for *E. maxiquadratus*; Fig. 1). The sites (or area, in the case of *E. maxiquadratus*) where these specimens were found are shown in Fig. 2. On the Okinawa and Amami island groups, *E. andersoni* specimens were observed at low elevations (3–374 meters above sea level [masl]). Specimens of *E. chinhaiensis* were observed at the type locality in Ruiyansi Forest Park (215 m asl) and in Dongqianhuzhen, Yinzhou District (45 masl; Fig. 3A). Specimens of *E. maxiquadratus* were found at two localities at a range of elevations from 1145–1450 masl (Fig. 3B). The environmental data obtained for the species-sites are shown in Table I. Overall, the genus *Echinotriton* occurs in forested habitats at low- to mid-elevations, in highly humid, subtropical conditions (Table I).



**Figures 3:** Habitat of *Echinotriton chinhaiensis* (A) and *E. maxiquadratus* (B). Pictures: Axel Hernandez.

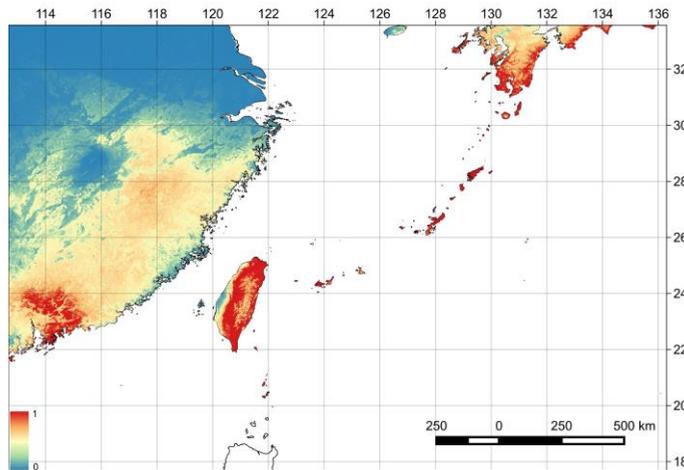
**Figures 3 :** Habitat d'*E. chinhaiensis* (A) et d'*E. maxiquadratus* (B). Photos : Axel Hernandez.

**Table I:** Descriptive statistics (mean and range) of environmental parameters and sites for the genus *Echinotriton*. *E. andersoni* (Ryukyu archipelago, Japan); *E. chinhaiensis* (Zhejiang, China); *E. maxiquadratus* (Guangdong, China); *E. sp.* (Guanyinshan, Taiwan). Temperature, annual mean temperature (°C); Precipitation (mm/y); Elevation (m); Land cover (forest, cultivated, bush and herbaceous; percentage/km<sup>2</sup>).

Tableau I : Statistiques descriptives (moyenne et écarts) des paramètres environnementaux et des sites pour le genre *Echinotriton*. *E. andersoni* (Ryukyu archipel, Japon) ; *E. chinhaiensis* (Zhejiang, Chine) ; *E. maxiquadratus* (Guangdong, Chine) ; *E. sp.* (Guanyinshan, Taiwan). Température, température moyenne annuelle (°C) ; Précipitations (mm/an) ; Altitude (m) ; Couvert végétal (forêt, zone cultivée, zone arbustive et herbacée ; pourcentage/km<sup>2</sup>).

|                      | <i>E. andersoni</i> | <i>E. chinhaiensis</i> | <i>E. maxiquadratus</i> | <i>E. sp.</i> |
|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| <b>n</b>             | 8                   | 2                      | 2                       | 1             |
| <b>Temperature</b>   | 21.0 (19.8–22.3)    | 16.6 (16.5–16.6)       | 15.3 (15.0–15.6)        | 20.4          |
| <b>Precipitation</b> | 2390 (2199–2984)    | 1392 (1377–1407)       | 1989 (1964–2013)        | 2550          |
| <b>Elevation</b>     | 226 (3–374)         | 130 (45–215)           | 1298 (1145–1450)        | 257           |
| <b>Ruggedness</b>    | 178 (28–328)        | 256 (131–380)          | 954 (842–1066)          | 363           |
| <b>Forest</b>        | 79 (0–100)          | 52 (42–61)             | 78 (73–82)              | 55            |
| <b>Cultivated</b>    | 14 (0–63)           | 38 (27–49)             | 23 (18–27)              | 17            |
| <b>Bush</b>          | 1 (0–3)             | 5 (0–9)                | zero                    | 28            |
| <b>Herbaceous</b>    | 1 (0–6)             | zero                   | zero                    | zero          |

Based on the correlation matrix, we did not remove any variable from the study. The ecological niche model performed better than expected by chance (AUC = 0.68), with a mean AUC of  $0.89 \pm 0.173$  standard deviation (after 30 replicates). The ecological model indicated that annual precipitation contributed most significantly (72.7 % of the relative contribution; Table II). The model, when mapped, also indicated the existence of highly suitable areas for the genus *Echinotriton* in eastern Taiwan and in south-eastern China (Fig. 4).



**Figure 4:** Ecological niche model obtained based on two climatic variables (annual precipitations and mean annual temperature), two topographic variables (elevation and terrain ruggedness) and two classes of vegetation cover (forest and cultivated vegetation).

**Figure 4 :** Modèle obtenu des niches écologiques grâce à deux variables climatiques (précipitation annuelle et température moyenne annuelle), deux variables topographiques (altitude et rudesse du terrain) et deux types de couvert végétal (forêts et espaces cultivés).

When projected on future conditions, the models showed that the ranges of *Echinotriton* species could be little affected by the expected climate change (Fig. 5). *Echinotriton* occupied well-differentiated niches within the regional niche space (Fig. 6) (PERMANOVA, Pseudo- $F_{1,129} = 13.59$ ,  $p = 0.0001$ ). The CANOMI results indicated that these differences were mainly determined by variation in precipitation and vegetation cover (Fig. 5 and Table III). The presence of all *Echinotriton* species was positively associated with precipitation and forest, and negatively with cultivated and herbaceous lands (Table III).

**Table II:** Relative contributions of the environmental variables to the ecological niche model for *Echinotriton* species (see Fig. 2).

Tableau II : Contribution relative des variables environnementales du modèle des niches écologiques pour les espèces d'*Echinotriton* (voir Fig.2).

|                      | Percent contribution | Permutation importance |
|----------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Precipitation</b> | 72.7                 | 78.3                   |
| <b>Temperature</b>   | 16.2                 | 6.6                    |
| <b>Ruggedness</b>    | 5.0                  | 10.3                   |
| <b>Forest</b>        | 2.9                  | 0.2                    |
| <b>Cultivated</b>    | 1.9                  | 2.2                    |
| <b>Elevation</b>     | 0.7                  | 1.9                    |
| <b>Scrub</b>         | 0.6                  | 0.5                    |
| <b>Herbaceous</b>    | 0.0                  | 0.0                    |

**Table III:** Association between species sites, pseudo-absences sites (ABS) and variables, obtained by canonical outlying mean index. *E. andersoni* (Ryukyu archipelago, Japan); *E. chinhaiensis* (Zhejiang, China); *E. maxiquadratus* (Guangdong, China); *E. sp.* (Guanyinshan, Taiwan). Temperature, annual mean temperature (°C); Precipitation (mm/y); Elevation (m); Land cover (forest, cultivated, bush and herbaceous; percentage of cover per km<sup>2</sup>).

Tableau III : Association entre les sites d'espèces, pseudo-absences des sites (ABS) et variables, obtenue par l'indice moyen canonique. *E. andersoni* (Ryukyu archipel, Japon); *E. chinhaiensis* (Zhejiang, Chine) ; *E. maxiquadratus* (Guangdong, Chine); *E. sp.* (Guanyinshan, Taiwan). Température, température moyenne annuelle (°C); Précipitations (mm/an) ; Altitude (m); Couvert végétal (forêt, zone cultivée, zones arbustive et herbacée, pourcentage/km<sup>2</sup>).

|                      | <i>E. andersoni</i> | <i>E. chinhaiensis</i> | <i>E. maxiquadratus</i> | <i>E. sp.</i> | Pseudo-absences |
|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|
| <b>Temperature</b>   | 1.51                | 0.30                   | -0.04                   | 1.33          | -0.12           |
| <b>Precipitation</b> | 2.25                | 0.29                   | 1.46                    | 2.57          | -0.20           |
| <b>Elevation</b>     | -0.26               | -0.68                  | 2.29                    | -0.19         | -0.01           |
| <b>Ruggedness</b>    | 0.06                | 0.45                   | 3.98                    | 0.99          | -0.09           |
| <b>Forest</b>        | 1.11                | 0.39                   | 1.07                    | 0.48          | -0.10           |
| <b>Cultivated</b>    | -1.01               | -0.40                  | -0.80                   | -0.94         | 0.10            |
| <b>Bush</b>          | -0.40               | 0.06                   | -0.44                   | 2.69          | 0.01            |
| <b>Herbaceous</b>    | -0.15               | -0.26                  | -0.26                   | -0.26         | 0.02            |

#### IV. DISCUSSION

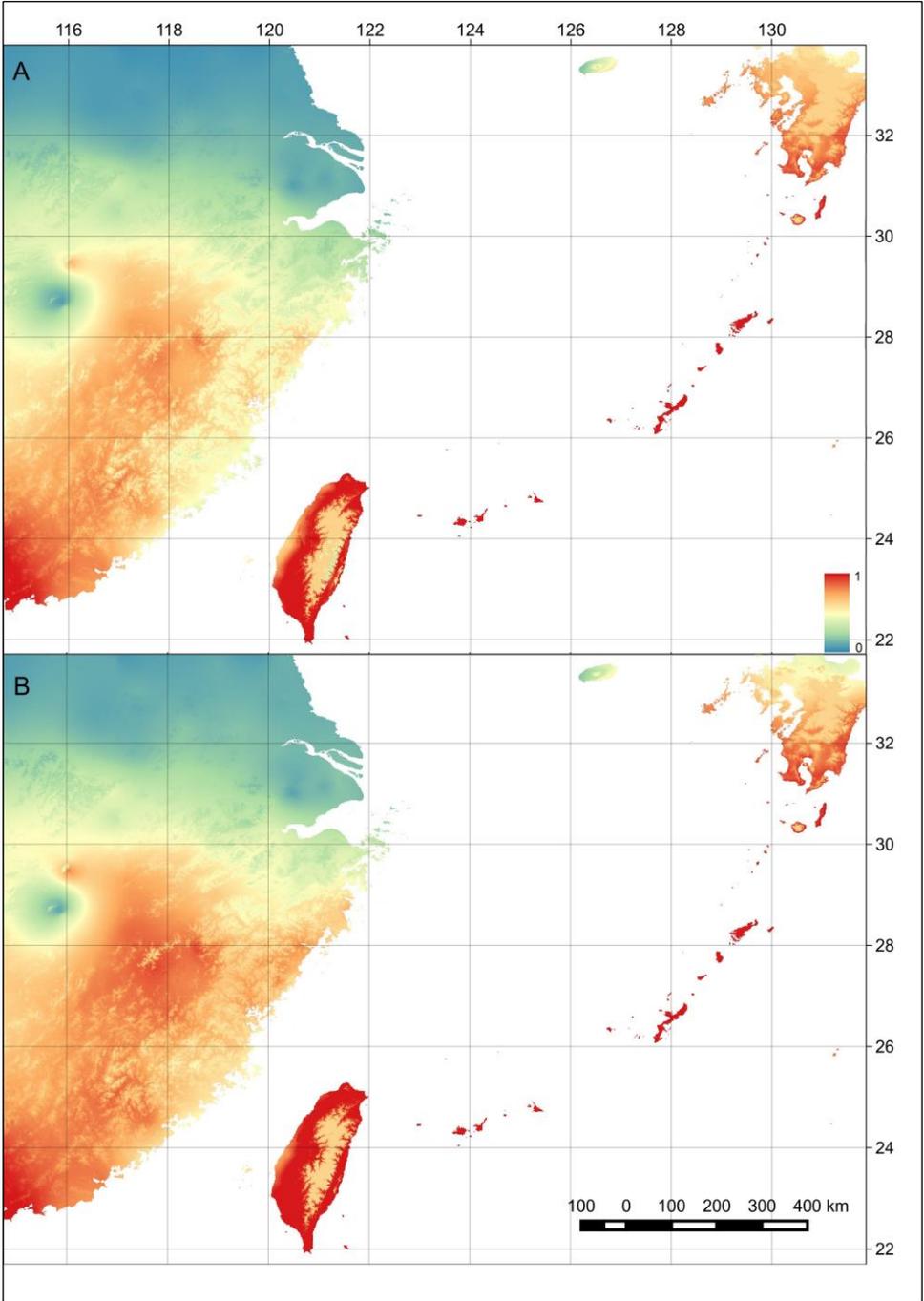
*Echinotriton* is a primitive lineage of terrestrial salamanders, originating in Europe, from where it probably disappeared after global cooling during the mid-Cenozoic period (Zhang *et al.* 2008). This preliminary study constitutes the first comprehensive examination of the ecological requirements of the three *Echinotriton* species. Our findings indicated that Crocodile newts are largely associated with warm, moist and forested environments.

*Echinotriton maxiquadratus* is the only species that appears at moderate elevations (1145–1450 m asl), in habitats composed of mixed grassland, tea plantations and forest, criss-crossed by small streams and ponds. This biome is generally classified as ‘subtropical perhumid evergreen broad-leaved forest’ (Lin 2014). It contains a highly diverse assemblage of trees (between the 15–50 m height), including species of the family Altingiaceae, Araliaceae, Fagaceae (oaks and beeches), Hamamelidaceae (witch-hazels), Lauraceae (laurels) and Theaceae (Fang *et al.* 2011). These forests have a dense understory of giant grasses, shrubs and small trees (2–10 m tall) dominated by *Adinandra millettii*, *Dendrobenthamia hongkongensis*, *Eurya chinensis*, *Ficus variolosa*, *Helicia kwangtungensis*, *Itea chinensis*, *Miscanthus floridulus*, *Photinia prunifoli*, and *Symplocos sp.* and perennial herbs (10–100 cm tall) such as *Hypericum attenuatum* and *Veratrum schindleri* (Fang *et al.* 2011).

*Echinotriton chinhaiensis* appears at lower elevations (between 45 to 215 masl). Its habitat consists of patches of forests interspersed with rice fields. This biome is classified as ‘warm-perhumid deciduous-evergreen broad-leaved forest’ (Lin 2014). This forest is mainly composed of trees in the family Fagaceae (stone and ring-cupped oaks, genus *Lithocarpus* and *Cyclobalanopsis*), and bamboo thickets of the genus *Phyllostachys* (up to 30 m tall), combined with shrubs (including *Camellia sinensis* and *Osmanthus fragrans*) and perennial grasses (Fang *et al.* 2011). *Echinotriton andersoni* (including its two recognized lineages) is also a lowland species (elevational range 3–374 masl) inhabiting a mosaic-habitat composed of grasslands, sugar-cane plantations and forest (Utsunomiya *et al.* 1978). The forested areas are dominated by Itajii trees, *Castanopsis sieboldii* and Chinese guger trees *Schima wallichii*, and bamboo thickets (genus *Phyllostachys*).

The conservation of crocodile newts is a major concern (Stuart *et al.* 2008; Hernandez 2015, 2016). They are localized in a few areas (Cai & Fei 1984; Hou *et al.* 2014) and some of their populations contain very low numbers of individuals (possibly no more than 200 wild adults for *E. chinhaiensis*, Hernandez 2015, 2016). Taiwanese records are based on three specimens collected at a single locality in Mt. Guanyinshan (Zhao & Adler 1993). These individuals could constitute an unresolved lineage from the *E. andersoni* complex or a new cryptic species. The niche model also indicated the existence of highly suitable habitats in a large area of central and eastern Taiwan, which should be surveyed to look for unrecorded extant populations. These surveys should include primary forests at moderate altitudes, due to the recent discovery of one species (*E. maxiquadratus*) in these types of habitat (Hou *et al.* 2014). Our model also showed suitable areas in south-eastern China, in the environs of Fujian, Jiangxi and Guangdong Provinces. The recent discovery by the first author of a new population of *E. maxiquadratus*, located approximately 100 km from the type locality (Hernandez 2015, 2016), indicates that this species could be more widespread in the region.

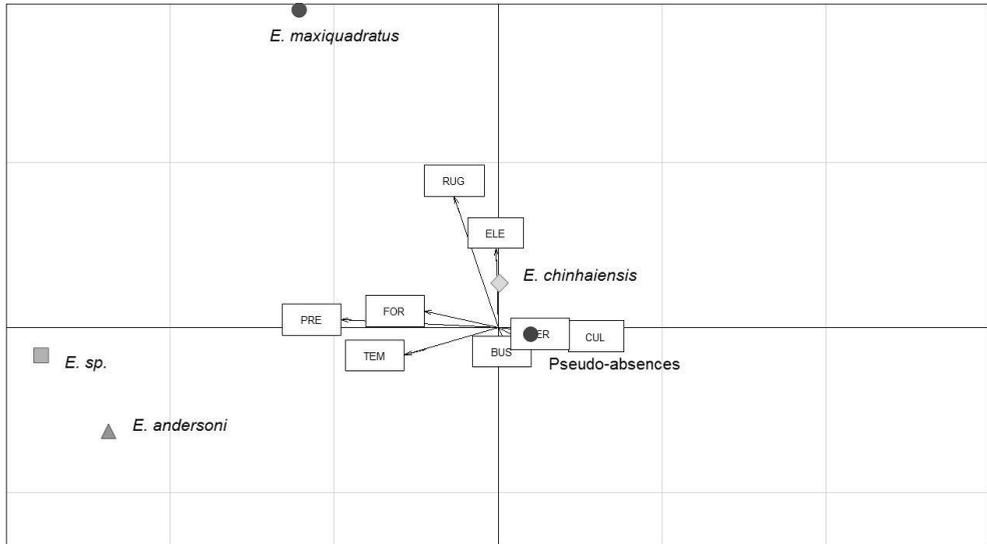
(Suite page 30)



**Figure 5:** Future projections of the ecological niche models in the future, based on the climatic variables. Above, projection for 2050 and, below, for 2070.

Figure 5 : Projections futures des modèles de niches écologiques, basées sur les variables climatiques. Au-dessus, projection pour 2050 et, en-dessous, pour 2070.

Overall, these findings indicated that the *Echinotriton* species are niche specialists (i.e. they use a limited range of the available resources, Dennis *et al.* 2011), occurring within a relatively narrow thermal range (15.0–22.3°C) and requiring high environmental humidity. However, our results were statistically weak, because very few populations of these species are currently known (Hernandez 2016). It is possible that in the future new populations will be discovered (e.g. *E. maxiquadratus* was discovered in 2014; Hou *et al.* 2014) which would allow to describe more precisely the ecological requirements of this genus.



**Figure 6:** CANOMI scatter plot showing the occurrence of *Echinotriton* species relative to the available ecological space (pseudo-absences). Eigenvalues: axis1 = 0.25, axis2 = 0.09. TEMP, Mean annual temperature; RAIN, annual precipitation; ELEV, elevation; RUGG, terrain ruggedness; FOR, forest; CULT, cultivated land. The only known locality in Taiwan is shown as an square.

Figure 6 : Diagramme de dispersion CANOMI montrant la présence des espèces d'*Echinotriton* en fonction de l'espace écologique disponible (pseudo-absences). Valeurs propres : axe 1 = 0,25, axe 2 = 0,09. TEMP, Température moyenne annuelle ; RAIN, précipitations annuelles ; ELEV, altitude ; RUGG, rudesse du terrain ; FOR, forêts ; CULT, espaces cultivés. La seule localité connue à Taïwan est annotée par un carré.

These strict requirements together with their small ranges make them potentially sensitive to habitat disturbance and to epizootic events, which currently negatively affect amphibian populations worldwide (Jancovich *et al.* 2005, Becker *et al.* 2007). Climate simulations for the next 50–100 years predict an increase in global temperature of around 3.9–6.0°C in the southern Chinese region, but also an increase in precipitation (Ding *et al.* 2011, Lin 2014). Although niche models did not show unequivocally that the expected global warming could affect the genus *Echinotriton*, changes in climate conditions coupled with increasing habitat disturbance and the likely low recovery capacity of these species (Sugawara *et al.* 2012, Yang *et al.* 2015), could cause the eventual collapse of crocodile newt populations. The conservation of the genus *Echinotriton* in southeast Asia requires the protection of forests with high diversity and endemism (Cao & Zhang 1997, Ri-Ming 1997, Qian & Ricklefs 2000). These newts could therefore act as umbrella species in habitats of high ecological interest.

**Acknowledgements** – We are grateful to Jérôme Maran, Jean Raffaëlli, an anonymous referee, Nikolay Poyarkov, Zhou Hang, Jiajun Zhou, Liang Fei, Ye Changyuan, Xie Feng and the team of the Chengdu Institute of Biology in China.

## BIBLIOGRAFIC REFERENCES

AmphibiaWeb 2017 – [On line] <http://amphibiaweb.org/> (Accessed 9th January 2017).

Anderson M.J. 2005 – *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance*. Department of Statistics, University of Auckland, Auckland. 24 p.

Anderson R.P. & Gonzalez I. 2011 – Species-specific tuning increases robustness to sampling bias in models of species distributions: An implementation with MaxEnt. *Ecol. Model.*, 222: 2796–2811.

Becker C.G., Fonseca C.R., Haddad C.F.B., Batista R.F. & Prado P.I. 2007 – Habitat split and the global decline of amphibians. *Science*, 318: 1775–1777.

Cai C.M. & Fei L. 1984 – Description of neotype of *Echinotriton chinhaiensis* (Chang) and its ecology and habit. *Acta Herpetol. Sinica*, 3: 71–78.

Calenge C. & Basille M. 2015 – *Package 'AdehabitatHS'* vsn 3.0.1.

Cao M. & Zhang J. 1997 – Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China. *Biodivers. Conserv.*, 6: 995–1006.

Cao K.F., Peters R. & Oldeman R.A. 1995 – Climatic range and distribution of Chinese *Fagus* species. *J. Veg. Sci.*, 6: 317–324.

Chefaoui R.M. & Lobo J.M. 2008 – Assessing the effects of pseudo-absences on predictive distribution model performance. *Ecol. Model.*, 210: 478–486.

Dennis R.L., Dapporto L., Fattorini S. & Cook L.M. 2011 – The generalism-specialism debate: the role of generalists in the life and death of species. *Biol. J. Linn. Soc.*, 104: 725–737.

Ding Y., Ren G., Zhao Z., Xu Y., Luo Y., Li Q. & Zhang J. 2007 – Detection, causes and projection of climate change over China: an overview of recent progress. *Adv. Atmos. Sci.*, 24: 954–971.

Dolédec S., Chessel D. & Gimaret-Carpentier C. 2000 – Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology*, 81: 2914–2927.

Elith J., Kearney M. & Phillips S. 2010 – The art of modelling range-shifting species. *Methods Ecol. Evol.*, 1: 330–342.

Escoriza D. & Ben Hassine J. 2015 – Niche partitioning at local and regional scale in the North African Salamandridae. *J. Herpetol.*, 49: 276–283.

Fang J., Wang Z. & Tang A. 2011 – *Atlas of Woody Plants in China: Distribution and Climate*. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg. 1 902 p.

Feder M.E. 1982 – Thermal ecology of neotropical lungless salamanders (Amphibia: Plethodontidae): environmental temperatures and behavioral responses. *Ecology*, 63: 1665–1674.

Fei L., Ye C.Y., Huang Y.Z. & Liu Y. 1999 – *Atlas of Amphibians of China*. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. 432 p.

- Fei L., Hu S., Ye C.Y., & Huang Y.Z. 2006 – *Fauna Sinica, Amphibia, Vol. 1*. Science Press, Beijing, China. 471 p.
- Fouquet A., Ficetola G.F., Haigh A. & Gemmell N. 2010 – Using ecological niche modelling to infer past, present and future environmental suitability for *Leiopelma hochstetteri*, an endangered New Zealand native frog. *Biol. Conserv.*, 143: 1375–1384.
- Goris R.C. & Maeda N. 2004 – *Guide to the Amphibians and Reptiles of Japan*. Krieger, Malabar. 285 p.
- Gibson L., Barrett B. & Burbidge A. 2007 – Dealing with uncertain absences in habitat modelling: a case study of a rare ground-dwelling parrot. *Divers. Distrib.*, 13: 704–713.
- Gifford, M.E. & Kozak K.H. 2012 – Islands in the sky or squeezed at the top? Ecological causes of elevational range limits in montane salamanders. *Ecography*, 35: 193–203.
- Grover M.C. 1998 – Influence of cover and moisture on abundances of the terrestrial salamanders *Plethodon cinereus* and *Plethodon glutinosus*. *J. Herpetol.*, 32: 489–497.
- Hayashi T., Matsui M., Utsunomiya T., Tanaka S. & Ota H. 1992 – Allozyme variation in the newt *Tylostotriton andersoni* from three islands of the Ryukyu archipelago. *Herpetologica*, 48: 178–184.
- Hernandez A. 2015 – *Étude des Amphibiens Urodèles en voie d’extinction et mise en place de projets de conservation au Parc Zoologique de Thoiry*, M. Sc. Dissertation. Università di Corsica Pasquale Paoli, Corte. 150 p.
- Hernandez, A. 2016 – *Crocodile newts: The primitive Salamandridae from Asia (the genera Echinotriton and Tylostotriton)*. Édition Chimaira, Frankfurt, Germany. 415 p.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. & Jarvis A. 2005 – Very high resolution interpolated global terrestrial climate surfaces. *Int. J. Clim.*, 25: 1965–1978.
- Hijmans R.J., Phillips S., Leathwick J. & Elith J. 2016 – *Package ‘dismo’* vsn 1.0–15.
- Hof C., Araújo M.B., Jetz, W. & Rahbek C. 2011 – Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature*, 480: 516–519.
- Homan R.N., Regosin J.V., Rodrigues D.M., Reed J.M., Windmiller B.S. & Romero L.M. 2003 – Impacts of varying habitat quality on the physiological stress of spotted salamanders (*Ambystoma maculatum*). *Anim. Conserv.*, 6: 11–18.
- Honda M., Matsui M., Tominaga A., Ota H. & Tanaka S. 2012 – Phylogeny and biogeography of the Anderson’s crocodile newt, *Echinotriton andersoni* (Amphibia: Caudata), as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 65: 642–653.
- Hou M., Wu Y., Yang K., Zheng S., Yuan Z. & Li P. 2014 – A missing geographic link in the distribution of the genus *Echinotriton* (Caudata: Salamandridae) with description of a new species from Southern China. *Zootaxa*, 3895: 89–102.
- Jancovich J.K., Davidson E.W., Parameswaran N., Mao J., Chinchar V.G., Collins J.P., Jacobs B.L. & Storfer A. 2005 – Evidence for emergence of an amphibian iridoviral disease because of human-enhanced spread. *Mol. Ecol.*, 14: 213–224.
- Kluber M.R., Olson D.H. & Puettmann K.J. 2009 – Downed wood microclimates and their potential impact on plethodontid salamander habitat in the Oregon Coast Range. *Northwest Sci.*, 83: 25–34.

- Kurabayashi A., Nishitani T., Katsuren S., Oumi S. & Sumida M. 2012 – Mitochondrial genomes and divergence times of crocodile newts: Inter-islands distribution of *Echinotriton andersoni* and the origin of a unique repetitive sequence found in *Tylototriton* mt genomes. *Genes Genet. Syst.*, 87: 39–51.
- Lin H. 2014 – [On line] <http://www.intechopen.com/books/co2-sequestration-and-valorization> (Accessed 10<sup>th</sup> November 2015).
- Liu C., Xie F., Jiang J., Zheng Z., Liu X., Liu Y. & Wu M. 2010 – Annual reproduction comparison and analysis of Chinghai Salamander (*Echinotriton chinghaiensis*) Ruiyansi population. *Sichuan J. Zool.*, 29: 24–26.
- Marjanović D. & Witzmann F. 2015 – An extremely peramorphic newt (Urodela: Salamandridae: Pleurodelini) from the Latest Oligocene of Germany, and a new phylogenetic analysis of extant and extinct Salamandrids. *PLoS ONE*, 10: e0137068.
- Parker M.S. 1991 – Relationship between cover availability and larval Pacific giant salamander density. *J. Herpetol.*, 25: 355–357.
- Pearson R.G., Raxworthy C.J., Nakamura M. & Peterson A.T. 2007 – Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeogr.*, 34: 102–117.
- Peel M.C., Finlayson B.L. & McMahon T.A. 2007 – Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 4: 439–473.
- Phillips S.J., Dudík M. & Schapire R.E. 2006 – Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.*, 190: 231–259.
- Qian H. & Ricklefs R.E. 2000 – Large-scale processes and the Asian bias in species diversity of temperate plants. *Nature*, 407: 180–182.
- Qian H., Wang X., Wang S. & Li Y. 2007 – Environmental determinants of amphibian and reptile species richness in China. *Ecography*, 30: 471–482.
- Quantum-GIS Development Team. 2015 – QGIS vs 2.12.2-Lyon. Open Source Geospatial Foundation project.
- R Development Core Team. 2015 – *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Raes N. & ter Steege H. 2007 – A null-model for significance testing of presence-only species distribution models. *Ecography*, 30: 727–736.
- Raffaëlli J. 2013 – *Les Urodèles du Monde*. 2<sup>e</sup> édition. Penclen, Plumelec. 480 p.
- Riley S.J., DeGloria S.D. & Elliot R. 1999 – A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermt. J. Sci.*, 5: 23–27.
- Ri-ming H. 1997 – On the real areal-types of the Chinese endemic genera of seed plants. *Acta Phytotaxonom. Sinica*, 35: 481–493.
- Ruano-Fajardo G., Rovito S.M. & Ladle R.J. 2014 – Bromeliad selection by two salamander species in a harsh environment. *PLoS ONE*, 9: e98474.
- Salvidio S., Lattes A., Tavano M., Melodia F. & Pastorino M.V. 1994 – Ecology of a *Speleomantes ambrosii* population inhabiting an artificial tunnel. *Amphibia-Reptilia*, 15: 35–45.
- Stuart S.N., Hoffmann M., Chanson J.S., Cox N.A., Berridge R.J., Raman P. & Young B.E. 2008 – *Threatened Amphibians of the World*. Lynx Editions, Barcelona. 760 p.

Sugawara H., Igawa T., Yokogawa M., Okuda M., Oumi S., Katsuren S., Kaneko S., Umino T., Isagi Y. & Sumida M. 2012 – Isolation and characterization of ten microsatellite loci of endangered Anderson’s crocodile newt, *Echinotriton andersoni*. *Conserv. Genet. Resour.*, 4: 595–598.

Tuanmu M.N. & Jetz W. 2014 – A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modelling. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 23: 1031–1045.

Xie F., Fei L., Ye C., Cai C., Wang Z. & Sparreboom M. 2000 – Breeding migration and oviposition of the Chinghai Salamander, *Echinotriton chinghaiensis* (Caudata: Salamandridae). *Herpetol. J.*, 10: 111–118.

Yang W., Liu C., Jiang J., Li C. & Xie F. 2015 – Age structure of females in a breeding population of *Echinotriton chinghaiensis* (Caudata: Salamandridae) and its conservation implication. *Asian Herpetol. Res.*, 2: 91–96.

Zhang P., Papenfuss T.J., Wake M.H., Qu L. & Wake D.B. 2008 – Phylogeny and biogeography of the family Salamandridae (Amphibia: Caudata) inferred from complete mitochondrial genomes. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 49: 586–597.

Zhao E. 1998 – *China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia and Reptilia*. Science Press: Endangered Species Scientific Commission, Beijing. 334 p.

Zhao E. & Adler K. 1993 – *Herpetology of China*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford. 522 p.

*Manuscrit accepté le 7 juillet 2017*



←

Couple d'*Echinotriton maxiquadratus* découvert par le premier auteur au sud-est de la Chine en juillet 2015 (femelle à gauche ; mâle à droite). Picture: Axel Hernandez.

*A pair of Echinotriton maxiquadratus found by the first author in south-eastern China, July 2015 (female on the right; male on the left). Photo: Axel Hernandez.*

## ***Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 (Sauria : Gekkonidae) sur l'île de La Réunion. II. Écologie et éthologie**

par

Mickaël SANCHEZ & Jean-Michel PROBST  
Association Nature Océan Indien  
46, rue des Mascarins,  
F-97429 Petite Île, Île de La Réunion  
mickael.sancheznoi@gmail.com

**Résumé** – Les informations relatives à l'éco-éthologie de *Phelsuma borbonica* en milieu naturel sur l'île de La Réunion sont dispersées. Cet article fournit une synthèse de ces connaissances, à partir de toutes les informations disponibles dans la bibliographie et de la base de données de l'association Nature Océan Indien. L'alimentation de ce gecko, sa reproduction et son comportement présentent des similitudes avec les autres espèces du genre *Phelsuma*. Ce gecko s'alimente en partie du nectar de nombreuses plantes indigènes et participe probablement à leur pollinisation/reproduction (vecteur de pollen), mais cette contribution reste à quantifier. Nous émettons l'hypothèse que la disponibilité des sites de ponte favorables serait un facteur limitant pour ce gecko. Ce paramètre aurait ainsi une incidence forte sur sa conservation.

**Mots-clés** : *Phelsuma borbonica*, alimentation, reproduction, comportement, La Réunion, Océan Indien.

**Summary** – *Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 (Sauria: Gekkonidae) on “La Réunion”. **II. Ecology and ethology.** Information about the eco-ethology of *Phelsuma borbonica* in the wild on “La Réunion” are scattered. This paper provides a review of such knowledge, from available literature information and from the database of the NGO Nature Ocean Indien. Diet, reproduction and behavior have similarities with others species of the genus *Phelsuma*. This gecko feeds on the nectar of many native plants and is probably involved in pollination/reproduction (pollen vector), but this contribution needs to be quantified. We hypothesize that the availability of suitable egg laying sites would be a limiting factor for this gecko, thus this parameter would have a significant impact on the conservation of the species.

**Key-words**: *Phelsuma borbonica*, diet, reproduction, behavior, “La Réunion”, Indian Ocean.

## I. INTRODUCTION

Le Gecko vert de Bourbon, *Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 est une espèce indigène sur l'île de La Réunion (Austin *et al.* 2004, Rocha *et al.* 2010).

Depuis les années 1990, plusieurs travaux ont contribué à améliorer la connaissance de l'éco-éthologie de *P. borbonica*. Ces contributions sont dispersées dans diverses publications. L'objectif de ce second article (voir Sanchez & Probst 2017), dernier de la série, est de dresser une synthèse des connaissances relatives à son alimentation, sa reproduction et son comportement sur l'île de La Réunion. L'analyse critique de cette synthèse nous permet de proposer plusieurs pistes de travail pour combler certains manques ou lacunes dans nos connaissances, notamment dans celles pouvant aider à améliorer sa conservation sur l'île de La Réunion.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour ce travail, nous avons synthétisé toutes les informations disponibles dans la bibliographie (Vinson & Vinson 1969, Girard 1994, Probst 1995, 1997, Bertrand 2000, Probst & Deso 2001, Probst 2002, Deso 2006, Deso *et al.* 2007, 2008, Martiré & Rochat 2008, Sanchez & Eisenbach 2008, Antoniamia & Probst 2010, Caceres *et al.* 2010, Micheneau *et al.* 2010, Sanchez 2010, 2012, Le Péchon *et al.* 2013, Bègue *et al.* 2014, Vingadachetty *et al.* 2015) et traité 1 077 données issues de la base de données de l'association Nature Océan Indien (abrégée BD NOI dans la suite du texte) (voir le protocole de Sanchez & Probst 2017), de manière à en extraire les données relatives à l'éco-éthologie de *P. borbonica* dans son milieu naturel sur l'île de La Réunion.

## III. RÉSULTATS

### A. Alimentation

#### 1. Proies consommées

*Phelsuma borbonica* consomme plusieurs groupes d'insectes, mais aussi des araignées, des myriapodes (Chilopodes) et ses propres jeunes (Tab. I). Il pratique un comportement de chasse « à l'affût » (« sit and wait predator strategy » [voir Pough *et al.* 2004]), mais il peut aussi rechercher activement ses proies dans les mousses et les lichens, ou consommer de manière opportuniste celles qui se trouvent sur son chemin lors de ses déplacements.

#### 2. Ressources végétales consommées

*Phelsuma borbonica* s'alimente aussi de la pulpe de fruit de six espèces (familles des Myrtaceae, Pandanaceae et Rosaceae) et du nectar de 25 espèces (familles des Heliconiaceae, Hypericaceae, Loganiaceae, Malvaceae, Musaceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Pandanaceae, Roseaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Xanthorrhoeaceae et Zingiberaceae) (Tab. II. ; Figs. 1a, b). Lors de ses maraudes alimentaires sur les plantes en fleur, il peut passer beaucoup de temps à inspecter chaque fleur et à lécher leur nectar. Vingadachetty *et al.* (2015) ont observé qu'il pouvait aussi se nourrir du pollen d'une espèce de Myrtaceae (Tab. II). Il s'alimente également de la sève qui s'échappe de l'écorce des arbres du genre *Polyscias* (Araliaceae) (BD NOI).

[Suite page 39]

**Tableau I :** Liste des proies consommées par *P. borbonica* à La Réunion. BD NOI\*, Probst & Deso (2001)<sup>(1)</sup>, Girard (1994)<sup>(2)</sup>, Martiré & Rochat (2008)<sup>(3)</sup>, Sanchez (2010)<sup>(4)</sup>.

Table I: List of preys consumed by *P. borbonica* on La Réunion. BD NOI\*, Probst & Deso (2001)<sup>(1)</sup>, Girard (1994)<sup>(2)</sup>, Martiré & Rochat (2008)<sup>(3)</sup>, Sanchez (2010)<sup>(4)</sup>.

| Classe                   | Ordre                      | Famille     | Genre/Espèce                              |
|--------------------------|----------------------------|-------------|---|
| Arachnida <sup>(1)</sup> | Araneae                    | Clubionidae | <i>Chiracanthium sp.</i> *                |
|                          |                            | Nephilidae  | <i>Nephilengis sp.</i> *                  |
| Chilopoda *              | –                          | –           | –   |
| Insecta                  | Diptera <sup>(2)</sup>     | –           | –   |
|                          | Isoptera <sup>(1)</sup>    | –           | –   |
|                          | Lepidoptera <sup>(1)</sup> | Noctuidae   | <i>Callopostria bernei</i> <sup>(3)</sup> |
|                          | Coleoptera <sup>(1)</sup>  | Cratopinae  | <i>Cratopus sp.</i> *                     |
|                          | Hymenoptera                | Formicidae  | <i>Paratrechina borbonica</i> *           |
| Reptilia                 | Squamata                   | Gekkonidae  | <i>Phelsuma borbonica</i> <sup>(4)</sup>  |



**Figures 1 :** *P. borbonica* adultes s'alimentant

← (a) du nectar de *Trochetia granulata* (alt. 1 550 m, Cimendef, Salazie) et ↓ (b) de *Hypericum lanceolatum* (alt. 2 200 m, Maïdo, Saint-Paul). Photos : David Caron (a), Mickaël Sanchez (b).



Figures 1: Adults *P. borbonica* feeding ↑ (a) on the nectar of *Trochetia granulata* (1,550 m a.s.l., Cimendef, Salazie) and (b) → of *Hypericum lanceolatum* (2,200 m a.s.l., Maïdo, Saint-Paul). Pictures: David Caron (a), Mickaël Sanchez (b).

**Tableau II :** Liste des espèces végétales indigènes et exotiques utilisées comme ressource alimentaire ou site de reproduction par *P. borbonica* en milieu naturel. BD NOI\*, Sauroy-Toucouère comm. pers.<sup>(1)</sup>, Bègue *et al.* (2014)<sup>(2)</sup>, Micheneau *et al.* (2010)<sup>(3)</sup>, Probst & Deso (2001)<sup>(4)</sup>, Deso *et al.* (2008)<sup>(5)</sup>, Le Péchon *et al.* (2013)<sup>(6)</sup>, Sanchez & Eisenbach (2008)<sup>(7)</sup>, Vingadachetty *et al.* (2015)<sup>(8)</sup>, Deso (2006)<sup>(9)</sup>.

Table II: List of native and exotic plant species used as food resources or breeding sites by *P. borbonica* in the wild. BD NOI\*, Sauroy-Toucouère pers. comm.<sup>(1)</sup>, Bègue *et al.* (2014)<sup>(2)</sup>, Micheneau *et al.* (2010)<sup>(3)</sup>, Probst & Deso (2001)<sup>(4)</sup>, Deso *et al.* (2008)<sup>(5)</sup>, Le Péchon *et al.* (2013)<sup>(6)</sup>, Sanchez & Eisenbach (2008)<sup>(7)</sup>, Vingadachetty *et al.* (2015)<sup>(8)</sup>, Deso (2006)<sup>(9)</sup>.

| Espèces végétales indigènes et endémiques |                  | Alimentation       |                  |        | Reproduction     |
|---|------------------|--------------------|------------------|--------|------------------|
| Nom scientifique                          | Famille          | Nectar             | Fruit            | Pollen |                  |
| <i>Aloe macra</i>                         | XANTHORRHOEACEAE | X <sup>(1)</sup>   | –                | –      | –                |
| <i>Angraecum bracteosum</i>               | ORCHIDACEAE      | X <sup>(2)</sup>   | –                | –      | –                |
| <i>Angraecum cadetii</i>                  | ORCHIDACEAE      | X <sup>(2,3)</sup> | –                | –      | –                |
| <i>Antirhea borbonica</i>                 | RUBIACEAE        | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Apodytes dimidiata</i>                 | ICACINACEAE      | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Chassalia corallioides</i>             | RUBIACEAE        | X <sup>(4)</sup>   | –                | –      | –                |
| <i>Dicranopteris linearis</i>             | GLEICHENIACEAE   | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Diospyros sp.</i>                      | EBENACEAE        | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Eugenia buxifolia</i>                  | MYRTACEAE        | X*                 | X <sup>(4)</sup> | –      | –                |
| <i>Ficus mauritiana</i>                   | MORACEAE         | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Gaertnera vaginata</i>                 | RUBIACEAE        | X <sup>(4)</sup>   | –                | –      | –                |
| <i>Geniostoma borbonicum</i>              | LOGANIACEAE      | X <sup>(5)</sup>   | –                | –      | –                |
| <i>Hypericum lanceolatum</i>              | HYPERICACEAE     | X*                 | –                | –      | –                |
| <i>Machaerina iridifolia</i>              | CYPERACEAE       | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Mussaenda landia</i>                   | RUBIACEAE        | X*                 | –                | –      | –                |
| <i>Nuxia verticillata</i>                 | STILBACEAE       | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Olea lancea</i>                        | OLEACEAE         | –                  | –                | –      | X*               |
| <i>Pandanus montanus</i>                  | PANDANACEAE      | X <sup>(4)</sup>   | X <sup>(4)</sup> | –      | X <sup>(4)</sup> |
| <i>Pandanus purpuraescens</i>             | PANDANACEAE      | X <sup>(4)</sup>   | –                | –      | X*               |
| <i>Pandanus sylvestris</i>                | PANDANACEAE      | X*                 | X*               | –      | X*               |
| <i>Pandanus utilis</i>                    | PANDANACEAE      | X*                 | X*               | –      | X <sup>(4)</sup> |
| <i>Rubus apetalus</i>                     | ROSACEAE         | X*                 | –                | –      | –                |

TABLEAU II – suite et fin

| Espèces végétales indigènes et endémiques |                  | Alimentation     |                  |                  | Reproduction     |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Nom scientifique                          | Famille          | Nectar           | Fruit            | Pollen           |                  |
| <i>Syzygium borbonicum</i>                | MYRTACEAE        | X *              | X <sup>(4)</sup> | –                | –                |
| <i>Syzygium cimosum</i>                   | MYRTACEAE        | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Syzygium cordemoyi</i>                 | MYRTACEAE        | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Trochetia granulata</i>                | MALVACEAE        | X <sup>(6)</sup> | –                | –                | –                |
|   |                  |                  |                  |                  |                  |
| Espèces végétales exotiques               |                  | Alimentation     |                  |                  | Reproduction     |
| Nom scientifique                          | Famille          | Nectar           | Fruit            | Pollen           |                  |
| <i>Etilingera elatior</i>                 | ZINGIBERACEAE    | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Heliconia rostrata</i>                 | HELICONIACEAE    | X <sup>(7)</sup> | –                | –                | –                |
| <i>Musa acuminata</i>                     | MUSACEAE         | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Musa sp.</i>                           | MUSACEAE         | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Rubus alceifolius</i>                  | ROSACEAE         | –                | X *              | –                | –                |
| <i>Rubus rosifolius</i>                   | ROSACEAE         | X *              | –                | –                | –                |
| <i>Syzygium jambos</i>                    | MYRTACEAE        | X *              | –                | X <sup>(8)</sup> | –                |
| <i>Trema orientalis</i>                   | CANNABACEAE      | –                | –                | –                | X <sup>(9)</sup> |
| <i>Verbascum thapsus</i>                  | SCROPHULARIACEAE | X *              | –                | –                | –                |

### 3. Autres ressources

À plusieurs reprises des femelles ont été observées en train de lécher leurs œufs (Caceres *et al.* 2010), sans que nous sachions si ce comportement avait lieu avant, pendant ou après la ponte. Elles peuvent quelquefois consommer les restes de coquilles après les éclosions (Deso 2006).

## B. Reproduction

*Phelsuma borbonica* est une espèce ovipare (Probst & Deso 2001).

### 1. Accouplement

Des accouplements ont été observés en mai et en juillet. Le mâle effectue généralement une parade de reproduction, lors de laquelle il utilise des signaux visuels : approche avec des mouvements saccadés de la tête de gauche à droite et des déplacements en direction de la femelle en exposant sa coloration dorsale. Dès qu'il est à distance suffisante, il tente une morsure de la nuque de la femelle de manière à l'immobiliser et débiter l'accouplement. Le mâle peut aussi saisir directement la femelle pour s'accoupler (en la mordant à la nuque), sans parade préalable (Fig. 2a). Le mâle et la femelle se lèchent le cloaque après l'accouplement (S. Caceres et J.-N. Jasmin comm. pers. 2011).

## 2. Gestation

Des femelles gravides (sacs endolymphatiques peu développés et base du ventre distendue) ont été observées chaque mois de l'année (BD NOI).

## 3. Œufs et sites de ponte

Des œufs ont été observés le long d'un gradient altitudinal compris entre 10 m (littoral de Bois Blanc, Sainte-Rose) et 2 100 m (Dimitile, Entre-Deux) (BD NOI).

Les femelles pondent un à deux œufs généralement collés ensemble et adhésifs au support (Figs 2b, c, d, e). Caceres *et al.* (2010) suggèrent qu'elles peuvent utiliser le même site d'oviposition à chaque ponte, ce qui n'a pas été démontré. Les œufs sont blanc pur avec une coquille calcaire dure et leur forme est plus ou moins ronde (7,5-10,5 × 10,5-12,5 mm ; n=25), car souvent déformée par le collage au support (Deso 2006). Cette fixation des œufs est le comportement le plus courant (dans le genre *Phelsuma*, les espèces « fixatrices » sont différenciées des « non fixatrices » de leurs œufs [voir Osadnik 1984]), mais Deso (2006) fait état de plusieurs œufs directement déposés sur de l'humus dans une cavité d'arbre, ce qu'il interprète comme une adaptation à la mauvaise qualité de ce site de ponte (bois pourri et en cours de décomposition).

Les œufs sont collés sur des supports naturels. Il s'agit de creux, d'interstices et de fissures situés dans des troncs d'arbres (vivants ou morts ; Fig. 2c), des rochers ou des parois rocheuses (Probst & Deso 2001). Les œufs peuvent être également collés sur des feuilles de *Pandanus spp.*, mais aussi sous des lichens qui poussent en épiphytes contre les troncs de *Pandanus montanus* Bory (Fig. 2e ; BD NOI). Au moins 13 espèces végétales peuvent faire office de site de ponte, les *Pandanus* étant particulièrement utilisés (Tab. II). Les supports artificiels (en bois, en métal, en verre, en plastique et en béton) sont également utilisés : kiosques et panneaux d'information, panneaux de signalisation routière (Fig. 2d) et de publicité, poteaux télégraphiques et électriques, coffrets de compteur EDF, boîtiers météorologiques, tubes et barrières métalliques, boîtes aux lettres, appliques murales d'éclairage, cases en tôle, bancs publics en béton ou en bois et fissures de mur de pierres ou de béton (Probst & Deso 2001, Probst 2002, Sanchez 2012, BD NOI).

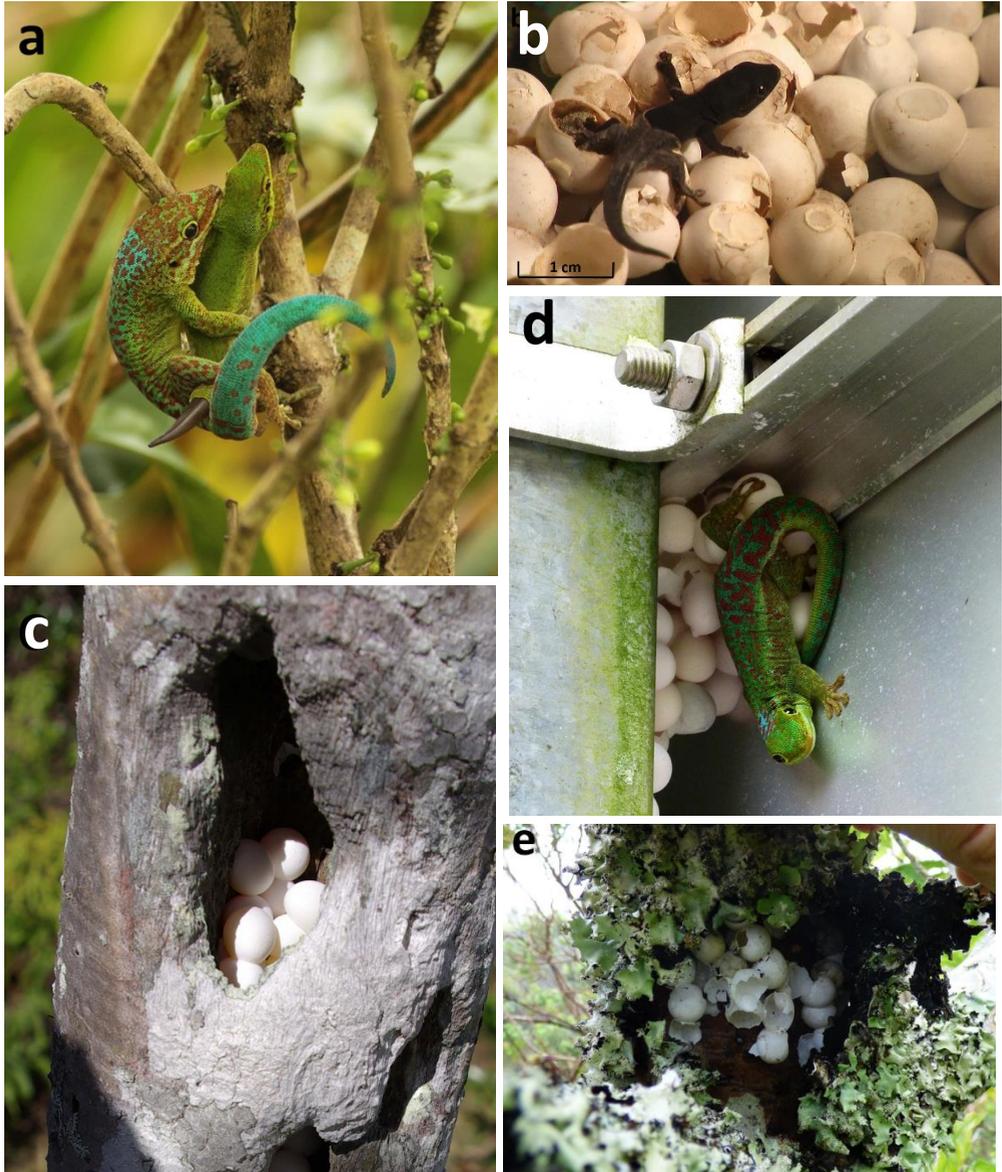
La plupart du temps les sites de ponte sont bien exposés au soleil, a priori disposés à l'abri des prédateurs et des effets néfastes des intempéries. Cependant, des œufs très exposés aux intempéries ont déjà été découverts : directement contre le tronc d'un *Dyospyros sp.* (C. Fontaine comm. pers. 2011), sur une feuille de *Machaerina iridifolia* (Bory) T. Koyama (J.-F. Cornuaille comm. pers. 2011), sur une fronde de *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw. (J.-M. Tamon comm. pers. 2011) (Tab. II) et dans une canalisation d'évacuation d'eau posée sur le sol (BD NOI).

Les pontes collectives sont fréquentes (Figs 2b, c, d, e), le nombre d'œufs collés (jusqu'à plusieurs centaines) (Probst & Deso 2001) est en partie fonction de la place disponible dans le site de ponte. Le petit gecko *Hemiphyllodactylus typus* Bleeker, 1860 peut disposer ses œufs au sein de pontes collectives de *P. borbonica* (voir Deso *et al.* 2007).

## 4. Période et effort de reproduction

Selon Probst et Deso (2001), la reproduction de *P. borbonica* s'étale sur toute l'année avec un pic durant la saison chaude et humide, de septembre à mars. À basse altitude, ces auteurs dénombrent « au moins huit à dix pontes par an (peut être plus) ». Selon Girard (1994), plus les stations sont élevées en altitude et plus la saison de reproduction serait courte.

[Suite page 42]



**Figures 2 :** (a) Accouplement d'un mâle avec une femelle non réceptive (alt. 700 m, Eden, Bras Panon), (b) éclosion d'un juvénile (alt. 680 m, Echo, Saint-Benoît), (c) pontes collectives disposées dans un *P. montanus* (alt. 750 m, Eden, Bras Panon), (d) sur un panneau de signalisation routière (alt. 450 m, Route des Radiers, Sainte-Rose) et (e) sous des lichens, contre un tronc de *P. montanus* (alt. 750 m, Eden, Bras Panon). Photos : Sarah Caceres & Jean-Noël Jasmin (a), Jean-Michel Probst (b), Mickaël Sanchez (c, d, e).

Figures 2: Mating of a male with a non-receptive female (700 m a.s.l., Eden, Bras Panon), (b) hatching of a juvenile (680 m a.s.l., Echo, Saint-Benoît), (c) communal egg-laying sites in a *P. montanus* (750 m a.s.l., Eden, Bras Panon), (d) on a road sign pole (450 m a.s.l., Route des Radiers, Sainte-Rose) and (e) under lichens, against a *P. montanus* trunk (750 m a.s.l., Eden, Bras Panon). Pictures: Sarah Caceres & Jean-Noël Jasmin (a), Jean-Michel Probst (b), Mickaël Sanchez (c, d, e).

Les durées d'incubation des œufs en milieu naturel ne sont pas connues, puisque toutes les informations fournies à ce sujet sont relatives à des expériences réalisées en captivité (entre 54 et 100 jours ; Girard 1994, Probst & Deso 2001, Probst 2002).

#### 6. Cycle du calcium

Les femelles constituent des réserves calciques utilisées lors de la formation des coquilles des œufs. Ces réserves sont stockées dans des poches (ou sacs) endolymphatiques situées de part et d'autre du cou. Lorsque ces réserves sont bien remplies, le cou a un aspect boursoufflé (Fig. 2a) (Vinson & Vinson 1969, Deso 2006).

### C. Comportement

#### 1. Mode de vie et occupation de l'habitat

En milieu forestier, *P. borbonica* est principalement arboricole (Probst & Deso 2001). Il exploite différents substrats qu'offrent les arbres et arbustes, autant sur les parties basses qu'au niveau de la canopée : le tronc, les branches, les feuilles, les fleurs et les épiphytes (bryophytes, orchidées et lichens). Il affectionne particulièrement les effets de lisière qu'offrent les ouvertures artificielles (ex. : bords de route, sentiers, pistes) ou naturelles (ex. : bordures de ravines ou de rivières) des milieux. Il présente également un comportement saxicole en utilisant les zones d'éboulis rocheux et les rochers isolés dans les clairières, mais aussi les zones rocheuses sur les falaises, les crêtes, les remparts, les cassés de ravines et dans le lit des ravines (BD NOI ; pour la définition de ces termes appliqués à la géologie réunionnaise voir Sanchez & Probst (2017) article I sur la répartition et les habitats de *P. borbonica*). Ce comportement saxicole est dominant dans les populations d'altitude (Fig. 3a) dépourvues de végétation arborée (Bertrand 2000, Antoniana & Probst 2010). Ce gecko est également présent sur des supports d'origine anthropique (poteaux électriques, tubes en PVC de pluviomètre, panneaux publicitaires, de signalisation routière, coffrets EDF, cases en tôle, kiosques pour l'accueil du public en milieu forestier... [Fig. 3b]) et il peut entrer dans les maisons (Probst 1995, Probst & Deso 2001). Les substrats métalliques qui conservent la chaleur (tôle, acier galvanisé des poteaux de signalisation routière...) semblent particulièrement favorables à sa thermorégulation (thigmothermie : exploitation de la chaleur d'un support par conduction) (Sanchez 2012).

#### 2. Agrégation des individus et territorialité

Plusieurs individus de sexes et d'âges différents peuvent être observés sur un même arbre ou sur un même support artificiel (kiosques, panneaux de signalisation...) (Fig. 3b). Les supports artificiels sont souvent utilisés comme sites de ponte et/ou comme refuges. Nous avons dénombré un maximum de 37 geckos sur un même kiosque en bois (alt. 750 m, Dioré, Saint-André ; BD NOI) et il est possible que *P. borbonica* puisse se regrouper en plus grand nombre encore. Ces agrégations laissent à penser que les geckos forment des « groupes d'individus » (Probst & Deso 2001), mais cela n'a pas été vérifié à l'aide de protocoles adaptés.

*Phelsuma borbonica* est une espèce territoriale et des comportements d'agression peuvent être observés entre mâles, et entre femelles (Caceres *et al.* 2010, Sanchez 2010). Les femelles (gravides ou non) sont souvent observées à proximité des sites de ponte, qui leur servent également d'abris (Fig. 2d), et plusieurs interactions agressives entre femelles ont été notées autour de ces sites (ex. : sur un *Pandanus sp.*, en juin 2010, alt. 690 m, Eden, Bras Panon [Caceres *et al.* 2010] ; sur un rocher, en mai 2007, alt. 800 m, Plaine d'Affouches, Saint-Denis [BD NOI]). Entre mâles, plusieurs interactions ont aussi été relevées (ex. : sur un refuge en tôle et sur un kiosque en bois, en mai 2007, alt. 550 m, Grand Étang,

Saint-Benoît [BD NOI]).

Ces interactions intra-spécifiques (entre mâles et entre femelles) se traduisent par des comportements d'intimidation et des postures de menaces : gonflement ou compression du corps, soulèvement du dos (Fig. 3c), museau légèrement pointé vers le bas, gonflement de la partie gulaire, soulèvement de la queue avec des mouvements lents et sinueux, sortie de la langue de manière répétitive, inclinaison du corps de manière à exposer la partie dorsale colorée à l'adversaire avec déplacement latéral (Caceres *et al.* 2010, BD NOI). Lorsque les geckos entrent en interaction, leur couleur peut rapidement devenir très vive (les taches dorsales deviennent rouge vif et bleu turquoise).

Lors de ces interactions, les geckos des deux sexes peuvent également émettre des vocalisations (grincements à peine audibles [Probst & Deso 2001, Probst 2002] : « tac, tac... » [Probst 1997] ou « tcheck-tcheck » [Caceres *et al.* 2010] en fonction des auteurs). Lorsque ces signaux d'intimidation ne conduisent pas à la fuite de l'un des deux individus, ils peuvent être suivis de violentes attaques : des morsures au niveau des flancs, du cou, de la tête, des doigts, des orteils et de la queue (Caceres *et al.* 2010), qui laissent parfois des cicatrices.

Ces comportements territoriaux ne sont pas systématiques, puisque plusieurs geckos de sexe et d'âge différents peuvent être observés les uns à côté des autres (moins de 10 cm entre eux), sans manifester de comportements agressifs.



**Figures 3 :** (a) Comportement saxicole d'un mâle (alt. 2200 m, Maïdo, Saint-Paul), (b) agrégation de plusieurs geckos adultes sur un kiosque (alt. 700 m, Basse Vallée, Saint-Philippe), (c) posture de menace d'une femelle (alt. 700 m, Eden, Bras Panon) et (d) femelle installée sur le dos d'un mâle (alt. 600 m, Forêt du Cratère, Saint-Benoît). Photos : Mickaël Sanchez (a, b, d), Sarah Caceres & Jean-Noël Jasmin (c).

Figures 3: (a) Rupicolous behavior of a male (2200 m a.s.l., Maïdo, Saint-Paul), (b) aggregation of several adult geckos on a kiosk (700 m a.s.l., Basse Vallée, Saint-Philippe), (c) threatening posture of a female (700 m a.s.l., Eden, Bras Panon) and (d) female installed on the back of a male (600 m a.s.l., Forêt du Cratère, Saint-Benoît). Mickaël Sanchez (a, b, d), Sarah Caceres & Jean-Noël Jasmin (c).

Les geckos femelles peuvent disposer une partie de leur corps sur les geckos mâles (ex. : femelle avec le bras gauche sur la queue d'un mâle, mai 2011, alt. 550 m, route de Grand Étang, Saint-Benoît [BD NOI]), s'installant parfois littéralement « sur le dos » des mâles (ex. : octobre 2011, alt. 600 m, Forêt du Cratère, Saint-Benoît [Fig. 3d ; BD NOI]). De plus, dans les kiosques où les densités sont importantes, les geckos peuvent émettre des vocalisations sans pour autant montrer de comportement d'intimidation ou d'agression.

### 3. Syntopie avec d'autres espèces

*Phelsuma borbonica* peut être observé sur les mêmes supports que d'autres espèces de vertébrés. Dans les kiosques en bois il peut partager l'habitat avec les geckos *H. typus* (alt. 600 m, Basse Vallée, Saint-Philippe ; Deso *et al.* 2007) et *Gehyra mutilata* (Wiegmann, 1834) (alt. 700 m, Eden, Bras Panon), mais également avec le micro-chiroptère *Mormopterus francoismoutoui* Goodman *et al.*, 2008 (alt. 550 m, Grand Étang, Saint-Benoît). Dans les habitations et les jardins, *P. borbonica* peut vivre en syntopie avec *Hemidactylus frenatus* Schlegel, 1836 et *Hemidactylus parvimaclulatus* Deraniyagala, 1953. Sur les arbres, il a déjà été observé à proximité (< 1 m) de *Calotes versicolor* (Daudin, 1802) (alt. 500 m, Grand Étang, Saint-Benoît), de *Furcifer pardalis* (Cuvier, 1829) (alt. 480 m, Rivière Sainte-Suzanne, Sainte-Suzanne) et de *Lycodon aulicus* (Linnaeus, 1758) (alt. 50 m, Anse des Cascades, Sainte-Rose) (BD NOI).

## IV. DISCUSSION

### A. Alimentation

#### 1. Proies et ressources végétales consommées

Comme pour d'autres espèces de *Phelsuma* (Cole 2009, Sanchez *et al.* 2009, Dervin *et al.* 2013, Minnaar *et al.* 2013, Taylor & Gardner 2014, Gardner & Jasper 2015), le régime alimentaire de *P. borbonica* est varié, incluant des ressources animales (vertébrés et invertébrés) et des ressources végétales (nectar, pulpe de fruit, pollen et sève des arbres). La consommation de pollen a été rarement observée et décrite, mais pourrait être plus fréquente car ce comportement alimentaire a été relevé à plusieurs reprises chez d'autres espèces de *Phelsuma*, comme par exemple *Phelsuma ornata* Gray, 1825 (Nyhagen *et al.* 2001) et *Phelsuma inexpectata* Mertens 1966 (décrit notamment in Deso *et al.* 2008, Clémencet *et al.* 2013).

#### 2. Contribution à la pollinisation de la flore

Dans les Mascareignes la contribution des *Phelsuma* à la pollinisation des plantes nectarifères est suspectée depuis la fin des années 1980 (voir Staub 1988). Ce phénomène a été particulièrement étudié sur l'île Maurice (Nyhagen *et al.* 2001, Hansen *et al.* 2006, Hansen *et al.* 2007a, Hansen & Müller 2009) où Hansen *et al.* (2007b) ont démontré que la présence de *Phelsuma cepedianana* (Milbert 1812) avait une influence positive sur le succès reproducteur d'une espèce de Malvaceae endémique, *Trochetia blackburniana* Bojer ex Baker.

À La Réunion, Le Péchon *et al.* (2013) ont montré que *P. borbonica* est probablement impliqué dans la pollinisation de *Trochetia granulata* Cordem., puisque le gecko peut transporter du pollen sur sa tête, après avoir visité une fleur pour son nectar. Après plusieurs observations de terrain, Bègue *et al.* (2014) s'interrogent également sur l'implication de ce gecko dans le processus de pollinisation de certaines orchidées du genre *Angraecum*.

En 2008, Deso *et al.* listent 33 espèces végétales nectarifères autochtones qui hébergent *P. borbonica* et ils suspectent que ce gecko puisse contribuer à leur pollinisation. Selon nos

résultats, les fleurs d'au moins 18 espèces végétales indigènes réparties dans neuf familles sont visitées de manière certaine par *P. borbonica* à La Réunion. Nous pensons que le nombre de plantes à fleurs visitées est sans doute bien plus important et qu'au regard des travaux réalisés sur l'île Maurice, le rôle de ce gecko comme intermédiaire (vecteur de pollen) à la reproduction des plantes indigènes de La Réunion est probablement sous-estimé.

## **B. Reproduction**

### *1. Accouplement et gestation*

Les informations issues d'élevage en captivité indiquent que les parades de reproduction sont similaires à celles observées dans la nature et qu'elles peuvent être accompagnées de signaux sonores émis par le mâle (H.-P. Berghof comm. pers. 2016). Les durées de gestation des femelles en milieu naturel sont inconnues. En captivité elles sont comprises entre 16 et 30 jours pour la plupart des espèces de *Phelsuma* (Berghof 2005).

### *2. Période et effort de reproduction*

Les observations de femelles gravides tendent à confirmer une reproduction qui s'étalerait sur toute l'année, comme le suggèrent Probst et Deso (2001). Toutefois, l'effort de reproduction au cours de l'année et en fonction des saisons n'est pas connu et il pourrait être variable en relation avec le climat. Pour la sous-espèce présente sur l'île d'Agalega, selon Girard (1994) les femelles déposent trois ou quatre pontes de deux œufs chacune par saison de reproduction (avril à septembre). Selon ce même auteur, l'espèce proche mauricienne *P. cepediana* se reproduit toute l'année, mais elle connaîtrait une période de repos de quatre mois durant l'hiver austral (entre mai et septembre sur l'île Maurice).

### *3. Durée d'incubation des œufs*

En captivité, Probst et Deso (2001) et Probst (2002) signalent une durée d'incubation qui varie de 54 jours à plus de 100 jours. Des œufs prélevés sur le terrain par Girard (1994) ont des durées d'incubations comprises entre 16 et 39 jours pour une température d'incubation constante de 28°C, et de 63 à 64 jours pour une température de 22°C durant 16 heures et de 30°C durant huit heures chaque jour. Ces durées d'incubation ne sont pas transposables au milieu naturel, car les variations de température journalières, quotidiennes et mensuelles peuvent y être importantes. De plus, les œufs provenant du milieu naturel, on peut suspecter que l'incubation avait débutée avant leur mise en incubateur artificiel.

Les taux d'éclosion des œufs sont peu connus : ils ont été évalués à au moins 25 % lors d'une expérience avec des pondoirs artificiels métalliques conduite à Sainte-Rose entre 2010 et 2011 (alt. 800 m) (Sanchez 2012). En comparaison, pour une espèce mauricienne, *Phelsuma guentheri* Boulenger, 1885, le taux d'éclosion en milieu naturel est estimé à 91,4 % (n = 407) sur l'île aux Aigrettes (Cole *et al.* 2013).

### *4. Pontes collectives*

Les pontes collectives sont fréquentes chez *P. borbonica*. Ce type de comportement de reproduction est également noté chez plusieurs espèces de *Phelsuma* des Mascareignes (ex. : *P. inexpectata* et *P. ornata* [Sanchez & Probst 2009]) et de Madagascar (ex. : *Phelsuma barbouri* Loveridge, 1942 et *Phelsuma malamakibo* Nussbaum, Raxworthy, Raselimanana & Ramanamanjato, 2000 [Glaw & Vences 2007]). Selon Doody *et al.* (2009), au moins 12 % des espèces de geckos ovipares effectuent des pontes collectives et ce comportement de reproduction pourrait être expliqué par des hypothèses adaptatives, mais aussi par la rareté des sites de pontes favorables. Selon Ineich (2010), la disponibilité des sites de ponte pourrait être un des principaux facteurs limitant les dynamiques de population de geckos arboricoles. Une hypothèse similaire a aussi été avancée pour le gecko saxicole *Euleptes europaea* (Gené, 1839) (Salvidio & Oneto 2008).

Pour *P. borbonica*, ce travail fait état (1) d'observations fréquentes de pontes collectives collées dans des supports naturels ou artificiels, (2) d'observations de pontes (non collectives) disposées dans des endroits non protégés des intempéries et/ou des prédateurs et (3) d'interactions agressives entre les femelles autour de ces zones de pontes (compétition entre les femelles pour l'accès au site de reproduction ? pour les restes de coquilles d'anciennes pontes ? voir partie IV.C.3). Plusieurs expériences de mise à disposition de structures artificielles (tubes métalliques ou plastiques) ont montré que ces supports sont très rapidement utilisés comme sites d'oviposition et comme abris (Sanchez 2012, M.S. données non publiées). Dans la plupart des milieux forestiers occupés par *P. borbonica*, les micro-habitats de reproduction a priori favorables (enseuleillés, protégés des intempéries et des prédateurs) sont assez rares, et lorsqu'ils sont plus abondants comme dans les formations à *Pandanus* (ex. : alt. 800 m, Eden, Bras Panon), les densités de geckos semblent bien plus élevées. À partir de ces éléments, nous pensons que l'hypothèse formulée par Ineich (2010) est possible pour ce gecko, mais qu'elle reste à tester de manière expérimentale.

#### 5. Ressources minérales et cycle du calcium des femelles

La consommation de coquilles d'œufs par les femelles (voir partie III.A.3) leur permettrait de constituer leurs réserves calciques (Deso 2006), nécessaires à la formation des coquilles des œufs lors de la gestation. D'autres *Phelsuma* consomment d'ailleurs des coquilles d'œufs de gecko : des restes de coquilles ont déjà été retrouvés dans les contenus stomacaux de *Phelsuma astriata* Tornier, 1901, de *Phelsuma sundbergi* Rendahl, 1939 (Gardner 1985) et de *Phelsuma grandis* Gray, 1870 (Dervin *et al.* 2013).

Gardner (1985) a étudié le cycle du calcium chez les femelles de *P. astriata* et de *P. sundbergi*. Il a montré que les réserves stockées dans les sacs endolymphatiques sont plus ou moins importantes en fonction du stade de gestation de la femelle et de la calcification de leurs œufs : les femelles non gravides présentent des sacs de petite taille, les femelles en début de gestation des sacs de volume important, alors que les sacs des femelles bien gravides peuvent être réduits (œufs calcifiés ou non calcifiés), moyens ou importants (œufs non calcifiés). Ainsi, en début de gestation, les femelles constituent des réserves calciques, qui augmentent au fil de la gestation, puis le calcium stocké est investi pour la calcification des œufs en fin de gestation. Il est probable que ce cycle soit similaire chez *P. borbonica*.

### C. Comportement

#### 1. Mode de vie et occupation de l'habitat

*Phelsuma borbonica* manifeste une certaine plasticité écologique quant à l'habitat qu'il occupe : il peut se comporter comme un gecko typiquement arboricole en milieu forestier, totalement saxicole dans les milieux rocheux d'altitude et peut occuper plusieurs supports d'origine anthropique. Cette plasticité a été observée de manière plus ou moins prononcée chez d'autres espèces de *Phelsuma* des Mascareignes comme *P. inexpectata* (Sanchez *et al.* 2009), ou encore *P. ornata* et *P. guentheri* (Cole 2009). Le comportement quasi-exclusivement saxicole observé dans les populations d'altitude est similaire à celui de *P. barbouri* vivant à plus de 2 000 m d'altitude à Madagascar (occupation du sol et des rochers) (Glaw & Vences 2007).

#### 2. Agrégation des individus et territorialité

La formation de « groupes d'individus » chez *P. borbonica* a été relevée chez d'autres espèces de *Phelsuma* comme *P. inexpectata* (Sanchez *et al.* 2009), *P. ornata* ou *P. cepediana* (S. Buckland comm. pers. 2016). Nous pensons que ces agrégations sont engendrées par la disponibilité et la qualité de certains micro-habitats : placettes d'insolation, refuges, zones de ponte ou d'alimentation. Chez le gecko nocturne *E. europaea*, des regroupements d'individus

(parfois en chevauchement) dans les micro-habitats les plus favorables (plusieurs dizaines, voire centaines d'individus) sont décrits dans la littérature et interprétés comme un comportement thermorégulateur (Delaugerre 2003). Ces regroupements d'individus chez plusieurs espèces de Gekkonidae pourraient être particulièrement bénéfiques, car ils optimiseraient les brassages génétiques au sein des populations (M. Delaugerre comm. pers. 2017).

La territorialité est également présente chez d'autres *Phelsuma* et des comportements agressifs ont déjà été décrits pour *P. inexpectata* (Sanchez *et al.* 2009), *Phelsuma lineata* Gray, 1842 (Gehring *et al.* 2010) ou encore *P. grandis* (Delheusy & Bels 1994). Les manifestations territoriales entraînent également des signaux visuels (changements rapides de coloration, déplacements latéraux, expositions de la partie dorsale à l'adversaire, sorties répétitives de la langue, soulèvements de la queue et du dos...) et sonores (grincements). Ces signaux sonores pourraient servir d'intimidation de dernière minute ou à surprendre un adversaire (Marcellini 1977). Chez *P. grandis*, selon Delheusy et Bels (1994), en plus d'intervenir comme des signaux visuels lors des rencontres, les mouvements de langue permettraient d'acquérir des informations chimiques (molécules odorantes transportées vers l'organe de Jacobson par l'intermédiaire de la langue). Chez les *Phelsuma*, le recours à des signaux olfactifs, et donc à une forme de communication par signaux chimiques, n'est à ce jour pas encore connue (voir Kästle 1964, Gehring *et al.* 2010).

### 3. Comportement des femelles autour des sites de ponte

Les comportements territoriaux et les interactions agressives des femelles autour des sites de ponte sont difficiles à interpréter. Ils pourraient être induits par une compétition entre les femelles pour l'accès au site de reproduction (liée à la rareté des micro-habitats disponibles favorables à la reproduction) et/ou pour l'accès aux ressources minérales que procurent les coquilles des œufs, éclos ou non (Caceres *et al.* 2010) et/ou pour l'accès à l'abri que certains sites de ponte procurent. Il pourrait également s'agir d'un comportement de défense des œufs (« guarding »). En effet, chez plusieurs espèces de *Phelsuma* en captivité, Osadnik (1984) a observé des comportements de défense des œufs, juste après l'oviposition (durant la phase de durcissement des œufs). Cheke (1975) rapporte qu'en captivité les femelles de *P. b. agalegae* peuvent rester à proximité des œufs (pas forcément de leurs propres œufs) et il interprète ses observations comme un comportement de défense des œufs.

## V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'éco-éthologie de *Phelsuma borbonica* présente des similitudes avec celle de plusieurs espèces de *Phelsuma*, non seulement pour son alimentation et son mode de vie (arboricole et saxicole), mais aussi pour sa reproduction (pontes collectives) et les signaux utilisés lors des interactions territoriales. Son régime alimentaire est à étudier avec plus de précision. Il nous semble essentiel de comprendre et de quantifier la contribution de *P. borbonica* à la pollinisation/reproduction de certaines plantes à fleurs menacées de La Réunion.

Cette synthèse montre que les informations relatives au cycle de reproduction de *P. borbonica* en milieu naturel sont parcellaires. Cet aspect de sa biologie devrait bénéficier de plus amples travaux pour évaluer les durées de gestation et d'incubation des œufs, les taux d'éclosion et l'effort de reproduction au cours de l'année. Des suivis de reproduction doivent être envisagés dans plusieurs populations, situées à des altitudes et des climats différents.

Nous émettons l'hypothèse que la disponibilité des sites de ponte favorables, également utilisés comme refuges, pourrait être un facteur limitant les dynamiques de population de ce gecko. Comme suggéré par Ineich (2010), il est primordial de le tester de manière

expérimentale : mise à disposition de sites d'oviposition artificiels adaptés et suivi de l'évolution spatiale et démographique des populations. Si cette hypothèse est confirmée, une densification artificielle des micro-habitats de reproduction (ex. : cavités supplémentaires dans les arbres, plantation de *Pandanus sp.*, ajout de pondoirs artificiels...) pourrait permettre de dynamiser certaines populations fragilisées. De plus, la prise en compte du gecko dans la gestion des structures artificielles faisant office de sites de reproduction, comme les kiosques, les bancs ou les panneaux de signalisation (réfection, entretien, démantèlement, destruction), aurait une implication majeure pour la conservation de cette espèce.

Actuellement, malgré son statut d'espèce menacée (« en Danger d'Extinction » (EN) ; UICN France & MNHN 2010) *P. borbonica* ne bénéficie pas d'une stratégie opérationnelle de conservation de type « Plan National d'Actions » (PNA). Les écosystèmes réunionnais étant soumis à de fortes pressions d'urbanisation et de dégradation (par les plantes exotiques envahissantes notamment ; voir Sanchez & Probst 2017), sur le long terme la sauvegarde de ce gecko sera dépendante de la préservation de son habitat naturel. Dès aujourd'hui des mesures de gestion forestière en adéquation avec la biologie et l'écologie de *P. borbonica* doivent être établies et appliquées.

**Remerciements** – Tous nos remerciements sont attribués aux professionnels de l'environnement (associations, organismes publics...) et aux naturalistes locaux nous ayant transmis leurs données d'observation. Pour la mise à disposition de leurs photographies, nous tenons également à remercier chaleureusement Sarah Caceres, Jean-Noël Jasmin et David Caron. Nous remercions aussi Agathe Gérard pour sa relecture de la première version du manuscrit et Hans-Peter Berghof pour la communication de ses observations réalisées en captivité. Nous remercions nos relecteurs, Ivan Ineich et Gregory Deso, pour leurs corrections et commentaires ayant permis d'améliorer la qualité de ce document. Cette synthèse a bénéficié du financement de la commission européenne à travers son outil LIFE (Life + Forêt Sèche).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Antoniamia J.-P. & Probst J.-M. 2010 – Proposition d'un périmètre de protection pour la population de Léopard vert du Maïdo *Phelsuma borbonica* (île de La Réunion). *Bull. Phaethon*, 30: 23-26.
- Austin J.J., Arnold E.N. & Jones C.G. 2004 – Reconstructing an island radiation using ancient and recent DNA: the extinct and living day geckos (*Phelsuma*) of the Mascarene islands. *Mol. Phyl. Evol.*, 31: 109-122.
- Bègue J.F., Sanchez M., Micheneau C. & Fournel J. 2014 – New record of day geckos feeding nectar in orchid flowers in Reunion Island: can lizards pollinate orchid species? *Herp. Notes*, 7: 689-692.
- Berghof H.-P. 2005 – *Taggeckos. Die Gattung Phelsuma. Pflege und Vermehrung*. Terrarien Bibliothek, Nature und Tier-Verlag, Münster, Allemagne. 142 p.
- Bertrand G. 2000 – Première mention d'un reptile à plus de 2 000 mètres d'altitude (Île de La Réunion). *Bull. Phaethon*, 12: 110.
- Caceres S., Jasmin J.-N. & Sanchez M. 2010 – Observations comportementales chez le Gecko vert des Hauts, *Phelsuma borbonica* Mertens, 1942 (Squamata : Gekkonidae). *Bull. Phaethon*, 30: 10-19.

- Cheke A.S. 1975 – An undescribed gecko from Agalega: *Phelsuma agalegae* sp. nov. *Mauritius Inst. Bull.*, 8: 33-48.
- Clémencet J., Aubert C., Blottière D. & Sanchez M. 2013 – Kleptoparasitism in the endemic gecko *Phelsuma inexpectata*: pollen thefts from foraging honeybees on Réunion. *J. Trop. Ecol.*, 29(3): 251-254.
- Cole N.C. 2009 – *A field guide to the Reptiles and Amphibians of Mauritius*. Defra's Darwin Initiative & Mauritian Wildlife Foundation, Mauritius. 80 p.
- Cole N.C., Goder M., Vencatasamy D., Mootoocurpen R., Harvery S., Gamble F. & Nundlaur V. 2013 – *Restoration of Island Ecosystems in Mauritius: The Mauritius Reptile Recovery Programme Annual Report 2013*. Durrell Wildlife Conservation Trust. 54 p.
- Delaugerre J.-M. 2003 – *Le Phyllodactyle d'Europe sur l'île de Port-Cros. Synthèse et mise à jour des carnets de terrains des recherches conduites entre 1975 et 1985*. Rapport du Parc National de Port-Cros. 24 p.
- Delheusy V. & Bels V. 1994 – Comportement agonistique du gecko géant diurne *Phelsuma madagascariensis grandis*. *Amphibia-Reptilia*, 15: 63-79.
- Dervin S., Baret S., Penin L. & Sanchez M. 2013 – Régime alimentaire du grand gecko vert de Madagascar, *Phelsuma grandis* Gray, 1870 sur l'île de La Réunion (Squamata : Gekkonidae). *Cah. sci. océan Indien occident.*, 4: 29-38.
- Deso G. 2006 – Note sur un type de ponte particulier chez *Phelsuma borbonica borbonica* (Mertens, 1966) - (Reptilia: Sauria: Gekkonidae) - Île de La Réunion. *Bull. Phaethon*, 23: 29-36.
- Deso G., Probst J.-M. & Ineich I. 2007 – *Hemiphyllodactylus typus* Bleeker, 1860 (Sauria : Gekkonidae) sur l'île de La Réunion : écologie et répartition. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 124: 31-48.
- Deso G., Probst J.-M., Sanchez M. & Ineich I. 2008 – Contribution à la connaissance de deux geckos de l'île de La Réunion potentiellement pollinisateurs : *Phelsuma inexpectata* Mertens, 1966 et *Phelsuma borbonica* Mertens, 1942 (Sauria : Gekkonidae). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 126: 9-23.
- Doody J.S., Freedberg S. & Keogh J.S. 2009 – Communal egg-laying in reptiles and amphibians: evolutionary patterns and hypotheses. *Q. Rev. Biol.*, 84(3): 229-252.
- Gardner A.S. 1985 – The calcium cycle of female day-geckos (*Phelsuma*). *Herp. J.*, 1: 37-39.
- Gardner C. & Jasper L. 2015 – Diet of the endemic Malagasy day gecko *Phelsuma modesta leiogaster* Mertens, 1970 in an urban environment. *Herp. Notes*, 8: 489-492.
- Gehring P.-S., Crottini A., Glaw F., Hauswaldt S. & Ratsovavina F.M. 2010 – Notes on the natural history, distribution and malformations of day geckos (*Phelsuma*) from Madagascar. *Herp. Notes*, 3: 321-327.
- Girard F. 1994 – Observation sur la biologie de *Phelsuma borbonica borbonica* Mertens, 1966 (Reptilia, Gekkonidae). *Revue fr. Aquariol.*, 21: 3-4.
- Glaw F. & Vences M. 2007 – *A field guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. 3<sup>rd</sup> edition*, M. Vences & F. Glaw Verlag, GbR, Cologne, Allemagne. 495 p.
- Hansen D.M., Beer K. & Müller C.B. 2006 – Mauritian coloured nectar no longer a mystery: a visual signal for lizard pollinators. *Biol. Lett.*, 2: 165-168.

- Hansen D.M., Kiesbüy H.C., Jones C.G. & Müller C.B. 2007b – Positive indirect interactions between neighboring plant species via a lizard pollinator. *Amer. Nat.*, 169: 534-542.
- Hansen D.M. & Müller C.B. 2009 – Reproductive ecology of the endangered enigmatic Mauritian endemic *Roussea simplex* (Rousseaceae). *Int. J. Plant Sci.*, 170: 42-52.
- Hansen D.M., Olesen J.M., Mione T., Johnson S.D. & Müller C.B. 2007a – Coloured nectar: distribution, ecology, and evolution of an enigmatic floral trait. *Biol. Rev.*, 82: 83-111.
- Pough H.F., Andrew R.M., Cadle J.E., Crump M.L., Savitzky A.H. & Wells K.D. 2004 – *Herpetology. 3<sup>rd</sup> edition*, Pearson Prentice-Hall Inc., New-Jersey, U.S. 726 p.
- Ineich, I. 2010 – How habitat disturbance benefits geckos: Conservation implications. *C.R. Biologies*, 333(1): 76-82.
- Kästle W. 1964 – Verhaltensstudien an Taggeckonen der Gattungen *Lygodactylus* und *Phelsuma*. *Zeitschr. Tierpsychol.*, 21: 486-507.
- Le Péchon T., Sanchez M., Humeau L., Gigord L. & Zhang L.B. 2013 – Vertebrate pollination of the endemic *Trochetia granulata* (Malvaceae) on Réunion. *J. Trop. Ecol.*, 29(3): 1-4.
- Marcellini D. 1977 – Acoustic and visual display behavior of Gekkonid lizards. *Amer. Zool.*, 14: 251-260.
- Martiré D. & Rochat J. 2008 – *Les papillons de la Réunion et leurs chenilles*. Biotope, Mèze (Collection Parthénope), Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France. 496 p.
- Micheneau C., Fournel J., Warren B.H., Hugel S., Gauvin-Bialecki A., Pailler T., Strasberg D. & Chase M.W. 2010 – Orthoptera, a new order of pollinator. *Ann. Botany*, 105: 355-364.
- Minnaar I.A., Köhler A., Purchase C. & Nicolson S.W. 2013 – Coloured and toxic nectar: feeding choices of the Madagascar Giant Day Gecko, *Phelsuma grandis*. *Ethology*, 119: 417-426.
- Nyhagen D.F., Kragelund C., Olesen J.M. & Jones C.G. 2001 – Insular interactions between lizards and flowers: flower visitation by an endemic Mauritian gecko. *J. Trop. Ecol.*, 17: 755-761.
- Osadnik G. 1984 – An investigation of egg laying in *Phelsuma* (Reptilia: Sauria: Gekkonidae). *Amphibia-Reptilia*, 52: 125-134.
- Probst J.-M. 1995 – Note sur la présence du Gecko vert des forêts *Phelsuma borbonica* sur les poteaux électriques de basse tension (île de La Réunion). *Bull. Phaethon*, 2: 105.
- Probst J.-M. 1997 – *Animaux de La Réunion. Guide d'identification des Oiseaux, Mammifères, Reptiles et Amphibiens*. Éditions Azalées, Réunion. 168 p.
- Probst J.-M. 2002 – *Faune indigène protégée de l'île de La Réunion*. Éditions Nature & Patrimoine, Réunion. 111 p.
- Probst J.-M. & Deso G. 2001 – Fiche « patrimoine naturel à protéger ». Le Gecko vert des forêts *Phelsuma borbonica*. *Bull. Phaethon*, 13: 23-25.
- Rocha S., Rösler H., Gehring P.-S., Glaw F., Posada D., Harris D.J. & Vences M. 2010 – Phylogenetic systematics of day geckos, genus *Phelsuma*, based on molecular and morphological data (Squamata: Gekkonidae). *Zootaxa*, 2429: 1-28.
- Salvidio S. & Oneto F. 2008 – Density regulation in the Mediterranean Leaf-Toed Gecko *Euleptes europaea*. *Ecol. Res.*, 23(6): 1051-1055.

- Sanchez M. 2010 – The Reunion Day Gecko, *Phelsuma borbonica* - Cannibalism behavior. *Cah. sci. océan Indien occident.*, 1: 1-2.
- Sanchez M. 2012 – Mitigating habitat loss by artificial egg laying sites for Reunion day gecko *Phelsuma borbonica*, Sainte Rose, Reunion Island. *Conservation Evidence*, 9: 17-22.
- Sanchez M. & Eisenbach J. 2008 – Note sur l'utilisation de la flore indigène et introduite chez *Phelsuma borbonica* Mertens, 1942 (Sauropsides : Squamates : Gekkonidae) Ile de La Réunion. *Bull. Phaethon*, 27: 1-8.
- Sanchez M. & Probst J.-M. 2009 – Note brève : Ponte communale exceptionnelle du Gecko vert de Manapany, *Phelsuma inexpectata* Mertens, 1966 (Reptilia : Sauria : Gekkonidae). *Bull. Phaethon*, 29: 12-15.
- Sanchez M. & Probst J.-M. 2017 – *Phelsuma borbonica* Mertens, 1966 (Sauria : Gekkonidae) sur l'île de La Réunion. I. Répartition et habitats naturels. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 162: 17-30.
- Sanchez M., Probst J.-M. & Deso G. 2009 – *Phelsuma inexpectata*, Mertens, 1966 (Sauria : Gekkonidae) sur l'île de La Réunion : écologie, répartition et menaces. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 132: 43-69.
- Staub F. 1988 – Evolutionary trends in some Mauritian phanerogams in relation to their pollinators. *Proc. R. Soc. Arts Sci. Maurit.*, 5(1&2): 7-77.
- Taylor B. & Gardner C. 2014 – Nectar feeding by the day gecko *Phelsuma mutabilis* (Squamata: Gekkonidae) on the mangrove tree *Sonneratia alba* (Lythraceae) in southwest Madagascar. *Herp. Notes*, 7: 85-87.
- UICN France & MNHN 2010 – *La Liste rouge des espèces menacées en France. Premiers résultats pour la faune de La Réunion*. Dossier de presse. 1 juillet 2010. MNHN, UICN France. 26 p.
- Vingadachetty J., Sauroy-Toucouère S. & Sanchez M. 2015 – Note sur la consommation de fleur de Jamerosat (*Syzygium jambos*) par le gecko vert de Bourbon *Phelsuma borbonica*. *Bull. Phaethon*, 42: 108.
- Vinson J. & Vinson J.M. 1969 – The saurian fauna of the Mascarene Islands. *Mauritius Inst. Bull.*, 6(4): 203-253.

*Manuscrit accepté le 17 juillet 2017*



*Phelsuma borbonica* mâle en insolation sur un *Pandanus utilis* (alt. 10 m, littoral de Bois Blanc, Sainte-Rose). Photo : Mickaël Sanchez.

*Phelsuma borbonica* male, basking on a *Pandanus utilis* (10 m a.s.l., coastline of Bois Blanc, Sainte-Rose). Picture: Mickaël Sanchez.

# Une nouvelle espèce de gecko palmé du genre *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820 (Sauria, Ptyodactilidae) de Mauritanie

par

Jean-François TRAPE

*Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR MIVEGEC,  
Laboratoire de Paludologie et Zoologie Médicale, B.P. 1386, Dakar, Sénégal  
jean-francois.trape@ird.fr*

**Résumé** – Une espèce nouvelle du genre *Ptyodactylus* est décrite de Mauritanie. Elle est caractérisée par sa grande taille – au moins 116 mm de longueur museau-cloaque chez les plus grands spécimens – et par un nombre de lamelles sous-digitales compris entre 22 et 30 à chaque doigt et orteil, soit un nombre nettement supérieur à celui de toutes les autres espèces connues dans ce genre en Afrique. Elle est aussi caractérisée par des tubercules dorsaux petits, lisses et peu nombreux, par une nasale supérieure en contact avec son homologue derrière la rostrale et par une coloration dorsale brun-orangé avec de larges motifs quadrangulaires bleutés. Cette espèce sahélienne est présente dans les reliefs du Tagant et de l'Assaba en Mauritanie où elle affectionne les gros blocs de rochers situés à proximité de sources et gueltas.

**Mots-clés** : Afrique, Sahel, guelta, lézards, *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov.

**Summary** – A new species of fan-footed Gecko of the genus *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820 (Sauria, Ptyodactilidae) from Mauritania. A new species of the genus *Ptyodactylus* is described from Mauritania. This species is characterized by its large size – at least 116 mm of snout-vent length for the largest specimens – and by a number of sub-digital lamellae ranging from 22 to 30 at each finger and toe, i.e. a number much higher than those of all other species known in this genus in Africa. It is also characterized by dorsal tubercles few in number, small and smooth, by the upper nasal scale in contact with its counterpart behind the rostral scale, and by an orange-brown dorsal colouration with quadrangular blue blotches. This Sahelian species is present in Tagant and Assaba mountains of Mauritania where it is found on large boulders located near springs and gueltas.

**Key-words**: Africa, Sahel, guelta, lizards, *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov.

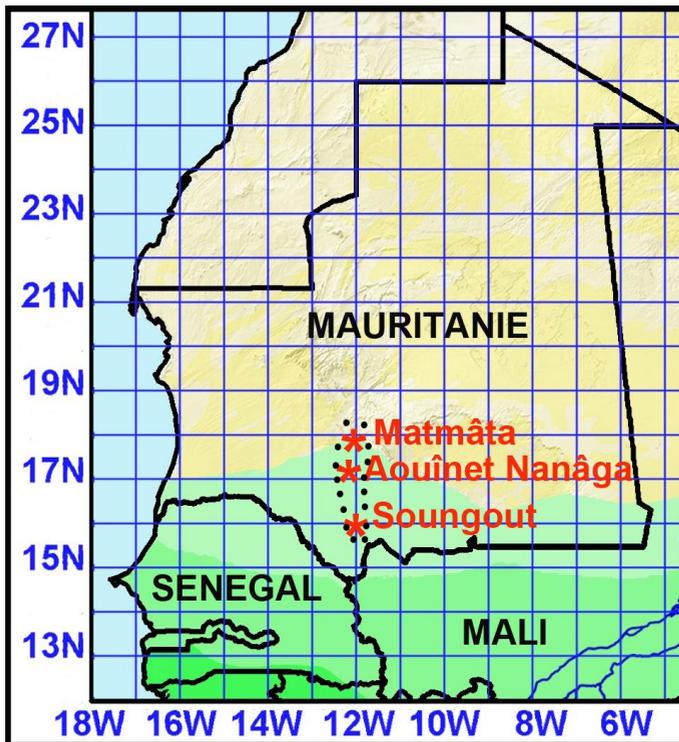
## I. INTRODUCTION

Les espèces du genre *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820, sont remarquables par la disposition très particulière, en éventail, de leurs lamelles adhésives sous-digitales. Onze espèces sont actuellement reconnues dans ce genre, dont six sont présentes en Afrique : *Ptyodactylus hasselquistii* (Donndorf, 1798), *P. guttatus* Heyden, 1827, *P. oudrii* Lataste, 1880, *P. siphonorhina* Anderson, 1896, *P. ragazzii* Anderson, 1898, et *P. togoensis* Tornier, 1901 (Schleich *et al.* 1996, Baha El Din 1999, 2006, Metallinou *et al.* 2015, Uetz & Hošek 2017). Au Maroc et dans le nord de l'Algérie *P. oudrii* est largement distribué, tandis que *P. guttatus*, *P. siphonorhina* et *P. hasselquistii* ne sont connus en Afrique qu'en Égypte, ainsi que dans le nord du Soudan pour cette dernière espèce (Baha El Din 1999, Sindaco & Jeremčenko 2008). Rétabli comme espèce à part entière par Schleich *et al.* (1996) et Baha El Din (1999), *P. ragazzii* avait initialement été décrit d'Érythrée et d'Éthiopie comme une variété de

*P. hasselquistii* possédant un nombre supérieur de lamelles sous-digitales (Anderson 1898). *P. togoensis* avait été décrit du nord du Togo comme une espèce à part entière caractérisée principalement par l'absence de granule médian en arrière de la rostrale (Tornier 1901), puis traité comme une sous-espèce de *P. hasselquistii* par Loveridge (1947) avant d'être mis en synonymie avec *P. ragazzii* par Heimes (1987). Jusqu'à récemment, toutes les populations du Sahara central et du sud du Sahara ont ainsi été rattachées à *P. ragazzii* (Heimes 1987, Sindaco & Jeremčenko 2008, Trape *et al.* 2012). La vaste étude moléculaire de Metallinou *et al.* (2015), en montrant que *P. ragazzii* était polyphylétique et que les populations d'Afrique occidentale se partageaient en deux clades distincts de celui de la corne de l'Afrique, a permis de rétablir *P. togoensis* tout en confirmant une précédente étude de Froufe *et al.* (2013) qui suggérait fortement que les populations de Mauritanie initialement découvertes à Matmâta (Tagant) par de la Riva et Padial (2008) appartenaient à une espèce cryptique non décrite. Dans ce travail, cette espèce nouvelle est formellement décrite et les caractères morphologiques qui permettent de la distinguer des autres espèces connues du genre *Ptyodactylus* sont présentés.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les spécimens étudiés proviennent de trois stations situées dans trois régions de Mauritanie : Aouïnet Nanâga dans l'Assaba (17°09'N, 12°11'W), Soungout dans le Guidimaka (15°56'N, 12°00'W) et Matmâta dans le Tagant (17°52'N, 12°05'W). Toutes correspondent à des canyons et vallées d'oueds entaillant le rebord nord du massif de l'Assaba pour la première, le flanc sud-ouest de ce même massif pour la deuxième et le plateau du Tagant pour la troisième (Fig. 1).



←  
**Figure 1 :** Carte des localités de collecte de *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov. Les ronds noirs délimitent l'aire de répartition actuellement connue de cette espèce.

Figure 1: Map of collection localities of *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov. The black circles show limits of the currently known area of distribution of this species.

Aouïnet Nanâga est une petite source permanente qui coule sur environ 300 m de longueur avant de disparaître dans les sables de la partie basse d'un vallon encombré de rochers qui débouche sur la large faille qui sépare le nord du massif de l'Assaba du sud du plateau du Tagant (Fig. 2). Les petites cuvettes alimentées par la source abritent notamment l'amphibien *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) et deux espèces de poissons : *Barbus popeguini* Pellegrin, 1911 et *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758).



**Figure 2 :** Le vallon de l'Aouïnet Nanâga. Photo : J.-F. Trape.

Figure 2: The small valley of Aouïnet Nanâga. Picture: J.-F. Trape.

La guelta de Soungout (Fig. 3) est située dans un canyon de l'oued Soufa à proximité du village et de la passe du même nom. Cette guelta ainsi que plusieurs gueltas voisines étaient autrefois fréquentées par des éléphants (Roberty 1958). Les crocodiles, qui subsistent actuellement en petit nombre, y étaient jadis particulièrement nombreux (Roberty 1958).



←

**Figure 3 :** La guelta de Soungout dans l'oued Soufa.

Photo : J.-F. Trape.

Figure 3: The guelta of Soungout in Soufa wadi. Picture: J.-F. Trape.

Matmâta présente une vaste guelta principale (Tartêga, Fig. 4) large d'environ 220 mètres et longue d'environ 150 m qui occupe le fond d'un canyon abritant des crocodiles (jusqu'à six spécimens adultes de *Crocodylus suchus* Geoffroy, 1807, observés simultanément le 12 février 2016) et plusieurs gueltas secondaires (Matmâta, Jabara) sur une distance d'environ 2 km en aval de la première où l'on trouve également des crocodiles, le plus souvent juvéniles.

Les spécimens de *Ptyodactylus* ont été collectés, photographiés ou observés à l'occasion de plusieurs enquêtes de terrain entre 2010 et 2016. Les caractères morphologiques ont été étudiés en suivant Anderson (1898) et Heimes (1987).



**Figure 4** : La guelta de Tartêga près de Matmâta. Photo : J.-F. Trape.  
Figure 4: The guelta of Tartêga near Matmâta. Picture: J.-F. Trape.



**Figure 5** : L'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Photo : J.-F. Trape.  
Figure 5: The holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. Picture: J.-F. Trape.

### III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov.

##### **Holotype**

MNHN RA 2017.0001, précédemment IRD TR.4494, un mâle collecté par l'auteur le 9 février 2016 à Aouïnet Nanâga (Assaba, Mauritanie) vers 21 heures sur un bloc de rocher d'environ 3 m de haut dominant le cours supérieur de l'écoulement d'eau issu de la source (Figs 5 & 6). Coordonnées du site de collecte : 17°09'05"N, 12°11'55"W, altitude environ 115 m.



**Figure 6 :** Vue des rochers où l'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* a été collecté. Photo : J.-F. Trape.  
Figure 6: View of the boulders where the holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* was collected. Picture: J.-F. Trape

##### **Paratypes**

Quatre paratypes : MNHN RA 2017.0002, précédemment TR. 4571, MNHN RA 2017.0003, précédemment TR. 4572, MNHN RA 2017.0004, précédemment TR. 4573, et TR. 4574, même localité et collecteur que l'holotype.

##### **Autres spécimens**

TR.4500 de Matmâta et TR.4575 de Soungout collectés par l'auteur, ainsi qu'une quinzaine d'autres spécimens non collectés mais photographiés ou observés dans ces deux stations ainsi qu'à Aouïnet Nanâga.

##### **Diagnose**

Longueur museau-cloaque jusqu'à 11 cm et davantage chez les mâles. Doigts et orteils palmés en éventail. De 27 à 30 lamelles sous le cinquième orteil et de 22 à 28 lamelles sous les autres doigts et orteils. Tubercules dorsaux petits, lisses et peu nombreux, habituellement disposés en huit rangées peu distinctes sur le dos et habituellement absents sur la région céphalique, l'avant du corps, la queue et les membres antérieurs et postérieurs.

Nasale supérieure en contact avec son homologue derrière la rostrale. Coloration dorsale brun orangé à ocre jaune avec de larges motifs rectangulaires bleutés médio-dorsaux dont trois sont situés entre le niveau de l'insertion des pattes antérieures et postérieures. Toutes les autres espèces africaines de *Ptyodactylus* sont de plus petite taille, elles possèdent un nombre inférieur de lamelles sous les doigts et les orteils et aucune ne présente un patron de coloration similaire.

### Étymologie

Cette espèce est dédiée à Ignacio de la Riva et à José Padial qui les premiers l'ont découverte en Mauritanie.

### Description de l'holotype

Aspect général caractéristique d'un gecko palmé avec le corps couvert de petites écailles granulaires et des doigts et orteils en éventail. Longueur totale 195 mm, l'extrémité de la queue partiellement régénérée ; longueur museau-cloaque 106 mm ; longueur de la queue 89 mm ; rapport de la longueur de la queue à la longueur museau-cloaque 0,84 ; longueur de la tête 28 mm ; largeur de la tête 21 mm ; rapport de la longueur à la largeur de la tête 1,33 ; longueur des pattes postérieurs (jusqu'à la fourche des orteils) 42 mm ; rapport de la longueur museau-cloaque à la longueur des pattes postérieures 2,52 ; diamètre de l'œil 5,9 mm ; distance entre l'extrémité du museau et le bord antérieur de l'œil 12 mm ; distance entre le bord postérieur de l'œil et l'ouverture tympanique 9 mm ; rapport de la distance entre l'extrémité du museau et le bord antérieur de l'œil à la distance entre le bord postérieur de l'œil et l'ouverture tympanique 1,33 (Fig. 7).



**Figure 7 :** Vue latérale de la tête de l'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Picture: J.-F. Trape.  
Figure 7: Lateral view of the head of the holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life Picture: J.-F. Trape.

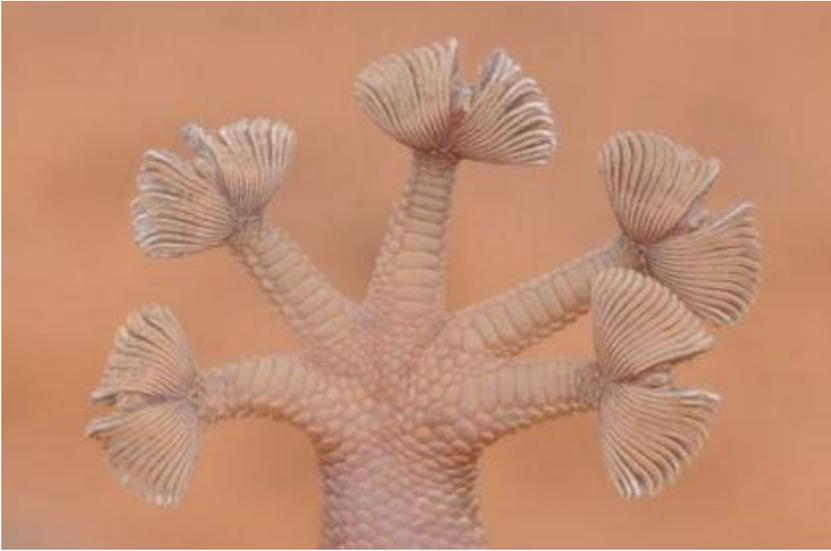
Narine fortement enflée, son ouverture bordée par la rostrale, la première supralabiale et trois nasales. Nasale supérieure largement en contact sur la ligne médiane avec son homologue. Pas de granule médian en arrière de la rostrale. Treize supralabiales des deux côtés jusqu'au niveau de l'œil suivies d'écailles granulaires. Treize à gauche et quatorze à droite infralabiales jusqu'au niveau de l'œil suivies de chaque côté d'écailles granulaires. Mentale étroite et allongée, suivie postéro-latéralement par trois paires de grandes mentonnières, puis par des petites post-mentonnières sur deux rangs (Fig. 8).



**Figure 8 :** Vue ventrale de la tête de l'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Photo : J.-F. Trape.  
 Figure 8: Ventral view of the head of the holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. Picture: J.-F. Trape.

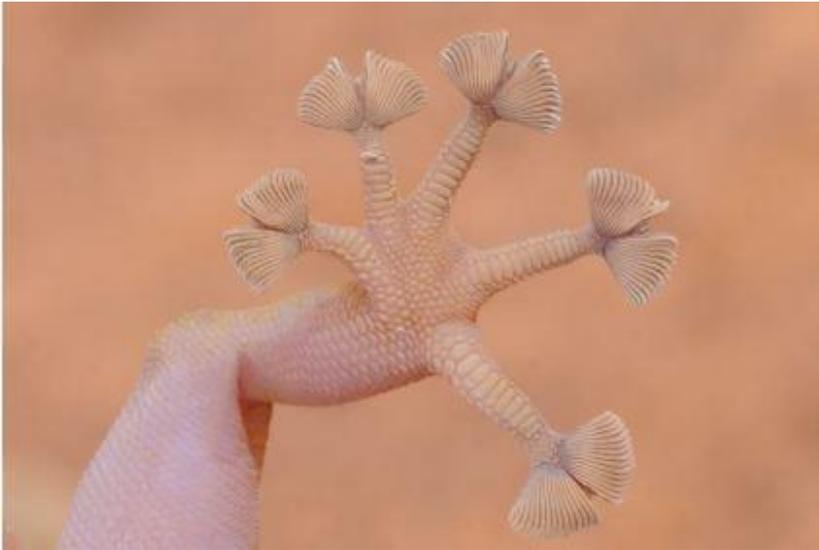
Dessus de la tête, du corps, de la queue et des membres couverts de minuscules écailles granulaires. Au milieu du corps huit rangées longitudinales de tubercules arrondis, la plupart petits, plats, lisses et peu différenciés par rapport aux écailles granulaires qui les entourent, leur diamètre le plus souvent inférieur ou égal à la longueur de deux granules voisins. Espacement entre les tubercules toujours nettement supérieur à leur diamètre. Absence complète de tubercules sur la tête en avant de l'ouverture tympanique, sur les membres antérieurs et postérieurs et sur le dessus de la queue en arrière du niveau de la région post-cloaquale. Écaillure ventrale constituée de petites écailles arrondies juxtaposées dont le diamètre est environ le double de celui des granules dorsaux. Environ 129 rangées d'écailles et granules à mi-corps. Pas de pores préanaux. Base de la queue légèrement renflée ventralement. Membres couverts de petits granules dorsalement et de petites écailles juxtaposées ventralement. Les cinq doigts et orteils avec une grande paire de lamelles sous-digitales disposées en éventail et une minuscule griffe centrale. Lamelles au nombre de 25 (12+13) sous le pouce, le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> doigt, au nombre de 26 (13+13) sous le 4<sup>e</sup> doigt et de 28 (14+14) sous le 5<sup>e</sup> doigt. Lamelles au nombre de 26 (13+13) sous le gros orteil, le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> orteil, au nombre de 27 (13+14) sous le 4<sup>e</sup> orteil et de 30 (15+15) sous le 5<sup>e</sup> orteil

(Figs 9 & 10). Queue longue et lisse, avec une discrète constriction après la région post-cloaquale qui est légèrement bombée. Extrémité de la queue effilée, les deux derniers centimètres apparemment régénérés.



**Figure 9** : Aspect des doigts et des lamelles sous-digitales de la patte antérieure gauche de l'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Photo : J.-F. Trape.

Figure 9: Aspect of the fingers and subdigital lamellae of the left foreleg of the holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. Picture: J.-F. Trape.



**Figure 10** : Aspect des orteils et des lamelles sous-digitales de la patte postérieure gauche de l'holotype de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Photo : J.-F. Trape.

Figure 10: Aspect of the fingers and subdigital lamellae of the left hind leg of the holotype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. Picture: J.-F. Trape.

Coloration en vie : La couleur de fond du dessus du corps, des membres et de la queue est brun-orangé. Il existe sur le dos, entre le niveau de l'insertion des pattes antérieures et la base de la queue, quatre grandes taches bleutées rectangulaires, dont trois sont situés en avant de l'insertion des pattes postérieures. Ces taches s'atténuent en prenant progressivement la couleur de fond sur le dessus de la queue. Le dessus de la tête et du cou est en majeure partie bleuté avec de petites taches brun-orangé. Une bande brun-orangé parcourt le côté de la tête en traversant l'œil. La coloration de la face ventrale est blanchâtre.

Coloration dans l'alcool : La coloration dorsale est beige, celle ventrale un peu plus claire. Les anciennes taches bleutées sont devenues presque indistinctes.

### Variation des paratypes et des autres spécimens

Les principales caractéristiques des paratypes sont indiquées dans le Tableau I. La longueur museau-cloaque du plus grand paratype mâle est de 116 mm, celle du plus grand paratype femelle est de 91 mm. Chez le seul spécimen dont la queue originelle est entièrement intacte (une femelle de 172 mm de longueur totale, Fig. 11) le rapport entre la longueur de la queue et la longueur museau-cloaque est de 0,97.



**Figure 11** : Le paratype femelle MNHN RA 2017.0002 (TR.4571) de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. Photo : J.-F. Trape.

Figure 11: The MNHN RA 2017.0002 (TR.4571) female paratype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. Picture: J.-F. Trape.

Au moins deux spécimens observés mais non capturés étaient de très grande taille, avec une longueur museau-cloaque certainement supérieure à 120 mm. Chez tous les paratypes les tubercules dorsaux sont habituellement petits, plats, lisses et peu différenciés par rapport aux écailles granulaires qui les entourent, la longueur d'un tubercule dorsal étant habituellement inférieure ou égal à celle de deux granules voisins. Espacés les uns des autres, les tubercules sont regroupés dans la région paravertébrale où ils sont plus ou moins disposés en huit rangées mal définies. Il n'y a pas de tubercules sur la queue, la région céphalique, ni

les membres antérieurs. Les tubercules sont le plus souvent totalement absents sur les membres postérieurs, mais parfois présents au nombre de 4 à 6 sur le dessus de la cuisse. Les lamelles sous-digitales du cinquième orteil sont au nombre de 29 à 30 chez les mâles et de 27 à 28 chez les femelles. Au cinquième doigt, le nombre de lamelles sous-digitales est de 28 chez les mâles et de 26 à 27 chez les femelles. Aux autres doigts et orteils, le nombre de lamelles sous-digitales varie de 25 à 28 chez les mâles et de 22 à 25 chez les femelles.

**Tableau I :** Principales caractéristiques de la série type de *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov.  
Table I. Main characteristics of the type series of *Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov.

| Caractère   | Holotype<br>2017<br>0001<br>(TR.4494) | Paratype<br>2017<br>0002<br>(TR.4571) | Paratype<br>2017<br>0003<br>(TR.4572) | Paratype<br>2017<br>0004<br>(TR.4573) | Paratype<br>TR.4574 |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Sexe  | ♂                                     | ♀                                     | ♂                                     | ♀                                     | ♂                   |
| Longueur museau-cloaque (LC)                        | 106 mm                                | 88 mm                                 | 116 mm                                | 91 mm                                 | 112 mm              |
| Longueur de la queue (LQ)                           | 89 + mm                               | 85 mm                                 | 13 + mm                               | 36 + mm                               | 15 + mm             |
| Rapport LQ / LC                                     | -                                     | 0,97                                  | -                                     | -                                     | -                   |
| Longueur de la tête                                 | 28 mm                                 | 24 mm                                 | 30 mm                                 | 24,5 mm                               | 29 mm               |
| Largeur de la tête                                  | 21 mm                                 | 18 mm                                 | 25 mm                                 | 19 mm                                 | 23 mm               |
| Rapport longueur / largeur de la tête               | 1,33                                  | 1,33                                  | 1,20                                  | 1,29                                  | 1,26                |
| Distance entre l'extrémité du museau et l'œil (MO)  | 12 mm                                 | 10 mm                                 | 14 mm                                 | 9 mm                                  | 13 mm               |
| Distance entre l'œil et l'ouverture tympanique (OT) | 9 mm                                  | 8 mm                                  | 10 mm                                 | 6,5 mm                                | 9,5 mm              |
| Rapport MO / OT                                     | 1,33                                  | 1,25                                  | 1,40                                  | 1,38                                  | 1,37                |
| Diamètre de l'œil                                   | 5,9 mm                                | 5,0 mm                                | 6,5 mm                                | 5,0 mm                                | 6,3 mm              |
| Rapport longueur de la tête / diamètre de l'œil     | 4,7                                   | 4,8                                   | 4,6                                   | 4,9                                   | 4,6                 |
| Nombre de supralabiales                             | 13/13                                 | 14/13                                 | 14/14                                 | 13/13                                 | 13/14               |
| Nombre d'infralabiales                              | 14/13                                 | 13/13                                 | 14/13                                 | 14/14                                 | 14/14               |
| Nombre d'écailles bordant la narine                 | 5                                     | 4                                     | 5                                     | 5                                     | 5                   |
| Granule entre les nasales supérieures               | non                                   | non                                   | non                                   | non                                   | non                 |
| Nombre d'écailles à mi-corps                        | 129                                   | 126                                   | 123                                   | 124                                   | 126                 |
| Nombre de rangs de tubercules dorsaux à mi-corps    | 8                                     | 8                                     | 8                                     | 8                                     | 8                   |
| Présence de tubercules dans la région céphalique    | non                                   | non                                   | non                                   | non                                   | non                 |
| Présence de tubercules sur la queue                 | non                                   | non                                   | non                                   | non                                   | non                 |

**TABLEAU I (suite et fin)**

|  |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Présence de tubercules sur les membres antérieurs</b>         | non   | non   | non   | non   | non   |
| <b>Présence de tubercules sur les membres postérieurs</b>        | non   | non   | oui   | oui   | non   |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du pouce</b>                | 12+13 | 12+12 | 13+13 | 11+11 | 12+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 2<sup>e</sup> doigt</b>  | 12+13 | 12+12 | 12+12 | 11+11 | 12+12 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 3<sup>e</sup> doigt</b>  | 12+13 | 12+12 | 13+13 | 11+11 | 13+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 4<sup>e</sup> doigt</b>  | 13+13 | 12+12 | 13+13 | 11+12 | 13+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 5<sup>e</sup> doigt</b>  | 14+14 | 13+14 | 14+14 | 13+13 | 14+14 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du gros orteil</b>          | 13+13 | 12+12 | 13+13 | 11+12 | 13+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 2<sup>e</sup> orteil</b> | 12+13 | 12+12 | 12+13 | 11+11 | 13+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 3<sup>e</sup> orteil</b> | 13+13 | 12+12 | 12+13 | 11+12 | 13+13 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 4<sup>e</sup> orteil</b> | 14+14 | 12+13 | 13+13 | 12+12 | 14+14 |
| <b>Nombre de lamelles sous-digitales du 5<sup>e</sup> orteil</b> | 15+15 | 14+14 | 14+15 | 13+14 | 15+15 |

La coloration en vie des paratypes mâles et femelles est similaire à celle de l'holotype avec une couleur de fond brun-orangé et des motifs quadrangulaires dorsaux le plus souvent bleutés, parfois plutôt rosés. Entre l'insertion des membres antérieurs et postérieurs, ces motifs sont toujours au nombre de trois (Figs 11 & 12). De même le patron de coloration céphalique est similaire à celui de l'holotype. Les autres spécimens observés présentaient également des patrons de coloration dorsaux et céphaliques similaires.



←

**Figure 12 :** Le paratype mâle MNHN RA 2017.0003 (TR.4572) de *Ptyodactylus rivapadiali* en vie. C'est le plus grand spécimen collecté (longueur museau-cloaque : 116 mm). Photo : J.-F. Trape.

Figure 12: The MNHN RA 2017.0003 (TR.4572) male paratype of *Ptyodactylus rivapadiali* in life. This is the largest specimen collected (snout-vent length: 116 mm). Picture: J.-F. Trape.

La coloration en vie des paratypes mâles et femelles est similaire à celle de l'holotype avec une couleur de fond brun-orangé et des motifs quadrangulaires dorsaux le plus souvent bleutés, parfois plutôt rosés. Entre l'insertion des membres antérieurs et postérieurs, ces motifs sont toujours au nombre de trois (Figs 11 & 12). De même le patron de coloration céphalique est similaire à celui de l'holotype. Les autres spécimens observés présentaient également des patrons de coloration dorsaux et céphaliques similaires.

### Comparaison avec d'autres espèces

Dans sa révision du genre *Ptyodactylus*, Heimes (1987) a procédé à un examen morphologique détaillé de plus de 400 spécimens d'Afrique et d'Asie, dont notamment 60 spécimens d'Égypte et du Moyen Orient attribués à *P. h. hasselquistii* et 155 spécimens de divers pays d'Afrique attribués à *P. h. ragazzii*, ces derniers incluant de nombreux spécimens d'Afrique occidentale aujourd'hui rattachés à *P. togoensis* sur des arguments de biologie moléculaire (Metallinou *et al.* 2015). Pour l'ensemble des spécimens appartenant à des espèces présentes en Afrique ou au Moyen-Orient étudiés par Heimes (1987), ainsi que pour ceux de la péninsule arabique appartenant aux trois espèces récemment décrites par Nazarov *et al.* (2013), aucun ne dépasse 98 mm de longueur museau-cloaque et seul *P. homolepis* du Pakistan dépasse 100 mm. Chez 79 spécimens de *P. oudrii* d'Afrique du Nord, aucun ne dépasse 60 mm et le maximum est de 87 mm chez 78 spécimens de *P. guttatus* d'Égypte et du Proche-Orient. Sur 20 spécimens de *P. togoensis* de notre collection du Mali et du Burkina-Faso, aucun ne dépasse 80 mm. *P. rivapadiali* sp. nov., avec trois spécimens dépassant 100 mm de longueur museau-cloaque, dont tous les mâles collectés, apparaît ainsi comme la plus grande des espèces africaines et seul *P. homolepis*, espèce endémique du Pakistan, atteint une taille comparable.

Le nombre de lamelles sous-digitales est un autre critère qui permet de distinguer *P. rivapadiali* sp. nov. de toutes les espèces de *Ptyodactylus* d'Afrique et d'Asie. Chez *P. rivapadiali* sp. nov. il varie de 26 à 30 sous le 5<sup>e</sup> doigt et le 5<sup>e</sup> orteil, de 22 à 26 sous le pouce et le premier orteil et de 22 à 28 sous les autres doigts et orteils. Chez *P. ragazzii* et *P. togoensis* il varie de 16 à 23 sous le pouce chez les 155 spécimens étudiés par Heimes (1987) sous l'appellation de *P. ragazzii*. Chez nos 20 spécimens de *P. togoensis* du Mali et du Burkina Faso, il varie de 18 à 24 sous le 5<sup>e</sup> orteil et de 16 à 22 sous les autres doigts et orteils. Dans la série-type de *P. ragazzii* d'Érythrée et d'Éthiopie, le nombre de lamelles sous le 3<sup>e</sup> doigt et le 3<sup>e</sup> orteil varie de 16 à 20 (Anderson 1898). Chez les autres espèces, le nombre de lamelles sous-digitales du pouce varie de 14 à 20 chez *P. hasselquistii*, de 16 à 21 chez *P. guttatus* (y compris *P. siphonorhina*), de 14 à 18 chez *P. puseuxi*, de 12 à 18 chez *P. oudrii* et de 30 à 32 chez *P. homolepis* (Heimes 1987). Toutes ces valeurs sont nettement distinctes de celles observées chez *P. rivapadiali* sp. nov. et il en est de même pour les trois espèces récemment décrites de la péninsule arabique par Nazarov *et al.* (2013). Il est intéressant de noter que nos données confirment les observations de Heimes (1987) qui indiquait que le nombre moyen de lamelles sous-digitales chez les espèces du genre *Ptyodactylus* était d'autant plus important qu'il s'agissait d'espèces de plus grande taille.

Par rapport à *Ptyodactylus togoensis*, espèce géographiquement la plus proche de *P. rivapadiali* sp. nov., une autre différence concerne le patron de coloration. Tous les *P. togoensis* de notre collection présentent quatre taches claires médio-dorsales entre l'insertion des membres antérieurs et postérieurs, tandis que *P. rivapadiali* sp. nov. présente constamment seulement trois taches claires médio-dorsales entre ces mêmes insertions (Fig. 13, voir aussi d'autres photographies de *P. togoensis* – sous l'appellation de *P. ragazzii* – dans Trape *et al.* 2012).



**Figure 13 :** *Ptyodactylus togoensis*. Spécimen du sud-est du Burkina Faso (12°11'08"N, 00°56'20"E). Noter le patron de coloration dorsale, avec quatre taches claires médio-dorsales entre l'insertion des membres antérieurs et postérieurs, contrairement à *P. rivapadiali* sp. nov. qui n'en présente constamment que trois. Photo : J.-F. Trape.

Figure 13: *Ptyodactylus togoensis*. Specimen from southeastern Burkina Faso (12°11'08"N, 00°56'20"E). Note the dorsal pattern, with four whitish medio-dorsal blotches between the junction of forelegs and hind legs, contrary to *P. rivapadiali* sp. nov. which constantly presents only three. Picture: J.-F. Trape.

### Répartition géographique

*Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov. n'est actuellement connu que de Mauritanie. Les spécimens de Matmata d'une part, de l'oued Soufa d'autre part, sont proches des stations respectivement les plus septentrionales et les plus méridionales signalées jusqu'à présent en Mauritanie : Tin Waadine (18°03'N, 11°56'W) dans le Tagant pour la limite nord connue et Oued el'Adam (15°54'N, 11°55'W) dans le Guidimaka, soit environ 250 km plus au sud, pour la station la plus méridionale signalée (Froufe *et al.* 2013 et Brito, communication personnelle). Les autres stations actuellement connues sont les suivantes (Froufe *et al.* 2013, Metallinou *et al.* 2015, Brito, communication personnelle) : Laout (17°14'N, 12°06'W), Mendjoura (17.3388N, 11.6120W), Oumm Icheglâne (17°04'N, 12°12'W), Touemief ed Demiâne (16°52'N, 11°57'W), Foum Goussas (16°32'N, 12°00'W), Galoûla (16°20'N, 11°58'W), Meyla (16°00'N, 11°52'W) et El Barda (15°56'N, 11°55'W). Toutes sont localisées soit dans le sud du plateau du Tagant, soit dans le massif de l'Assaba.

### Notes écologiques

*Ptyodactylus rivapadiali* sp. nov. semble choisir préférentiellement comme habitat des amas de gros blocs rocheux de plusieurs mètres de hauteur formant de petites grottes ou comportant de larges fissures. Dans chacune des stations prospectées c'est chaque fois à proximité immédiate de l'eau – quelques mètres ou quelques dizaines de mètres seulement – que nous avons observé de petites colonies de cette espèce. Lors de chacune de nos enquêtes effectuées entre décembre et mars les spécimens étaient silencieux et actifs seulement de nuit. Sur les mêmes rochers on pouvait aussi observer de nuit *Tarentola parvicarinata* Joger, 1980, et de jour *Agama boulengeri* Lataste, 1886.

## Génétique

D'un point de vue génétique, *P. rivapadiali* sp. nov. est nettement divergente de *P. togoensis*, qui reste cependant l'espèce la plus proche, au sein d'un clade particulier, lui-même le plus basal parmi toutes les espèces de *Ptyodactylus* d'Afrique, du Levant et de la péninsule Arabique (Metallinou *et al.* 2015).

**Remerciements** – Je remercie vivement José Carlos Brito pour ses encouragements à publier ce tapuscrit et la communication de plusieurs données non publiées sur ses observations de terrain. Je remercie aussi Philippe Geniez pour ses commentaires très utiles sur une première version de ce travail.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anderson J. 1898 – *Zoology of Egypt. I. Reptilia and Batrachia*. London, B. Quatrach, 371 p.
- Baha el Din S.M. 1999 – On the specific status of *Ptyodactylus ragazzii* Anderson, 1898 and its occurrence in Egypt (Squamata: Sauria: Gekkonidae). *Herpetozoa*, 12: 39-43.
- Baha el Din S.M. 2006 – *A guide to the reptiles and amphibians of Egypt*. Cairo-New York, The American University in Cairo Press, 359 p.
- De la Riva I. & Padial J.M. 2008 – First record of the genus *Ptyodactylus* Goldfuss, 1820 (Sauria: Gekkonidae) for Mauritania (West Africa). *Salamandra*, 44(1): 51-53.
- Froufe E, Gonçalves D.V., Brito J.C. & Harris D.J. 2013 – Nuclear and mitochondrial markers reveal the existence of several geographically concordant lineages within a Sahelian gecko species, *Ptyodactylus ragazzii*. *Amphibia-Reptilia*, 34: 85-93.
- Heines P. 1987 – Beitrag zur Systematic der Fächerfinger (Sauria:Gekkonidae: *Ptyodactylus*). *Salamandra*, 23: 212-235.
- Loveridge A. 1947 – Revision of the African lizards of the family Gekkonidae. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 98: 1-469.
- Metallinou M., Červenka J., Crocher P.A., Kratochvíl L., Wilms T, Geniez P., Shobrak M. Y., Brito J.C. & Carranza S. 2015 – Species on the rocks: systematics and biogeography of the rock-dwelling *Ptyodactylus* geckos (Squamata: Phyllodactylidae) in North Africa and Arabia. *Mol. Phyl. Evo.*, 85: 208-220.
- Nazarov N, Melnikov D. & Melnikova E. 2013 – Three new species of *Ptyodactylus* (Reptilia, Squamata; Phyllodactylidae) from the Middle East. *Russian J. Herpet.*, 20: 147-162.
- Roberty G. 1958 – Végétation de la guelta de Soungout (Mauritanie méridionale), en mars 1955. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, sér. A, 20: 869-875.
- Schleich H.H., Kästle W. & Kabisch K. 1996 – *Amphibians and reptiles of North Africa*. Koenigstein, Koeltz Scientific Publishers, 630 p.
- Sindaco R. & Jeremčenko V.K. 2008 – *The reptiles of the Western Palearctic. 1. Annotated checklist and distributional atlas of the turtles, crocodiles, amphisbaenians and lizards of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia*. Latina, Edizioni Belvedere, 579 p.
- Tornier G. 1901 – Die Crocodile, Schildkröten und Eidechsen in Togo. *Arch. Naturgesch.*, 67(Supplément): 65-88.
- Trape J.F., Trape S. & Chirio L. 2012 – *Lézards, crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara*. Marseille, IRD Editions, 503 p.
- Uetz P. & Hošek J. 2017 – *The reptile database*. <http://www.reptile-database.org>. (Consulté le 10 janvier 2017.)

*Manuscrit accepté le 17 juillet 2017*

## Étude systématique des scinques *Mabuya* de l'archipel guadeloupéen (Squamata, Scincidae)

par

Aurélien MIRALLES<sup>(1)</sup>, Régis GOMES<sup>(2)</sup>, Baptiste ANGIN<sup>(2)</sup> & Béatrice IBENE<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> *ISYEB, UMR7205 MNHN-CNRS-UPMC-EPHE, Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Systématique et Evolution, CP30, 25 rue Cuvier, F-75005 Paris, France.*

miralles.skink@gmail.com

<sup>(2)</sup> *L'Association pour la Sauvegarde et la réhabilitation de la Faune des Antilles. Morne Burat, F-97180 Sainte-Anne, Guadeloupe.*

lasfa@wanadoo.fr

**Résumé** – Six nouvelles espèces de *Mabuya* endémiques de l'archipel Guadeloupéen ont été décrites au cours de cette décennie, majoritairement sur la base de données phénotypiques : *Mabuya cochonae* Hedges & Conn, 2012 (îlet à Cochon), *M. desiradae* Hedges & Conn, 2012 (La Désirade), *M. grandisterrae* Hedges & Conn, 2012 (Grande-Terre), *M. guadeloupae* Hedges & Conn, 2012 (Basse-Terre) et *M. parviterrae* Hedges *et al.* 2016 (Petite Terre). Notre étude, intégrant approches moléculaires (échantillons de la Désirade, de Petite Terre et des Saintes) et nouvelles données morphologiques, suggère fortement (1) qu'une seule espèce biologique est présente au sein de l'archipel et (2) que celle-ci est en revanche bien différenciée de *M. dominicana*, espèce proche de l'île de la Dominique. *Mabuya desiradae* est le nom retenu pour être appliqué à l'ensemble des populations de *Mabuya* de l'archipel Guadeloupéen, les autres noms disponibles tombant en synonymie de celui-ci.

**Mots-clés** : *Mabuya*, Phylogénie, Taxinomie, Guadeloupe, Répartition, Conservation.

**Summary** – **Molecular Systematic of Guadeloupian *Mabuya* skinks (Squamata, Scincidae).** Six new species of *Mabuya* endemic to the Guadeloupian archipelago have been described in the course of the last decade, mainly based on phenotypic data: *Mabuya cochonae* Hedges & Conn, 2012 (îlet à Cochon), *M. desiradae* Hedges & Conn, 2012 (La Désirade), *M. grandisterrae* Hedges & Conn, 2012 (Grande-Terre), *M. guadeloupae* Hedges & Conn, 2012 (Basse-Terre) and *M. parviterrae* Hedges *et al.* 2016 (Petite Terre). Our study, integrating molecular approaches (samples from *La Désirade*, *Petite Terre* and *Les Saintes*) and new morphological data strongly suggests (1) that a single biological species is present in the archipelago and (2) that in contrast, this species is relatively well differentiated from *M. dominicana*, a closely related species from Dominica. The name *Mabuya desiradae* has been selected here to be applied to all the populations of *Mabuya* present on the Guadeloupian archipelago, the others ones becoming junior synonyms of the former.

**Key-words**: *Mabuya*, Phylogeny, Taxonomy, Guadeloupe, Distribution, Conservation.

## I. INTRODUCTION

Depuis sa création par Fitzinger en 1826, jusqu'au début des années 2000, le nom de genre *Mabuya* fut employé pour désigner de nombreuses espèces de Scincidae à répartition quasi pantropicale et subtropicale. Plus récemment, plusieurs travaux s'appuyant sur la phylogénie moléculaire mirent en évidence l'existence de quatre (ex. Mausfeld *et al.* 2000, 2002 ; Carranza & Arnold 2003), puis huit (Karin *et al.* 2016) lignées monophylétiques majeures au sein de ce taxon, correspondant chacune à une radiation géographique. En conséquence de quoi Mausfeld *et al.* (2002) proposèrent de restreindre l'usage du terme *Mabuya* à la lignée néotropicale (Amérique du Sud, centrale et arc antillais). Ces travaux ouvrirent la porte à un nombre considérable d'études moléculaires se focalisant sur cette lignée, et permirent la clarification de la taxinomie de ce groupe qui était jusqu'alors encore très mal connue, et la description de plusieurs nouvelles espèces (Miralles 2005, Vrcibradic *et al.* 2006, Whiting *et al.* 2006, Miralles 2006, Miralles *et al.* 2005a, 2005b, 2006, 2009, Harvey *et al.* 2008, Miralles & Carranza 2010). Plus récemment, Hedges & Conn (2012), complété par Hedges *et al.* (2016) proposèrent une révision des *Mabuya* caribéens en complétant l'échantillonnage moléculaire préexistant d'une vingtaine d'échantillons collectés essentiellement dans les Grandes Antilles et le nord des Petites Antilles. Ces auteurs proposèrent de profonds changements taxinomiques tels que : (1) le partage de cette lignée néotropicale en 16 genres distincts (avec 13 nouveaux genres, dont certains spéculatifs, tels *Alinea* ou *Capitellum* qui ne reposent sur aucune donnée phylogénétique) ; (2) la description de 24 nouvelles espèces ; et (3) une nouvelle classification phylogénétique pour l'ensemble de la famille des Scincidae, élevant le genre *Mabuya* (sensu Mausfeld *et al.*, 2002) au rang de famille (Mabuyidae). Néanmoins, nombre de ces remaniements demeurent polémiques. En effet, les travaux récents s'accordent majoritairement à rejeter la classification familiale proposée par ces auteurs (Pyron *et al.* 2013, Karin *et al.* 2015, Lambert *et al.* 2015). En effet, la nécessité de scinder le genre *Mabuya* sensu Mausfeld *et al.* 2002 est discutable, celui-ci étant très clairement monophylétique, ayant divergé relativement récemment, étant endémique d'une région biogéographique bien délimitée – les néotropiques – et étant morphologiquement très homogène (Pyron *et al.* 2014, Pinto-Sanchez *et al.* 2015, Karin *et al.* 2016, voir aussi Vences *et al.* 2013). Par ailleurs, le récent article de Pinto-Sanchez *et al.* 2015 atteste également de la paraphylie d'au moins deux des genres décrit par Hedges & Conn (2012). Pour ces raisons, l'éclatement du genre *Mabuya* proposé par Hedges & Conn (2012) n'apparaît pas simplement être superflu ou prématuré, mais s'avère être incorrect d'un point de vue phylogénétique. Pour cette raison, le genre *Mabuya* sera ici utilisé pour faire référence à l'ensemble du clade néotropical (= *Mabuya* sensu Mausfeld *et al.* 2002).

Parmi les nouveaux taxons décrits par Hedges & Conn (2012) figurent cinq nouvelles espèces endémiques du seul archipel Guadeloupéen (*Mabuya cochonae* de l'île à Cochon, *M. desiradae* de La Désirade, *M. grandisterrae* de la Grande-Terre, *M. guadeloupae* de la Basse-Terre et *Capitellum mariagalantae* de Marie-Galante). Leurs résultats se basent uniquement sur des analyses morphologiques réalisées sur un nombre très restreint de spécimens (respectivement deux, deux, cinq, trois et un spécimen(s) ; les six fœtus de *C. mariagalantae* exclus).

À ces cinq espèces vient s'ajouter une sixième décrite par Hedges *et al.* (2016) suite aux résultats d'une nouvelle étude morphologique et moléculaire réalisée sur les populations de l'île de La Désirade et de l'archipel de la Petite Terre. Les auteurs scindent ces deux populations précédemment assignées à *Mabuya desiradea* et décrivent *M. parviterrae* comme endémique de la Petite Terre. Ils regroupent également ces six espèces au sein du groupe d'espèce *Mabuya guadeloupae*.

Les découvertes récentes de la présence de scinques sur le banc des Saintes (occurrences sur les deux îles principales), petit archipel situé au sud-est de la Guadeloupe, réputé pour son fort taux d'endémisme (Angin & Gomès 2015, Gomès & Ibéné 2015) et d'un spécimen collecté à Pointe-à-Pitre sur la Grande-Terre sont à l'origine de la présente étude. En réponse au travail de Hedges & Conn (2012), cette étude se donne pour objectifs de réviser le statut taxinomique des *Mabuya* de l'archipel Guadeloupéen à la leur de nouvelles données moléculaires produites à cette occasion et de fournir une évaluation préliminaire du statut de conservation des *Mabuya* de Guadeloupe.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A. Analyses moléculaires

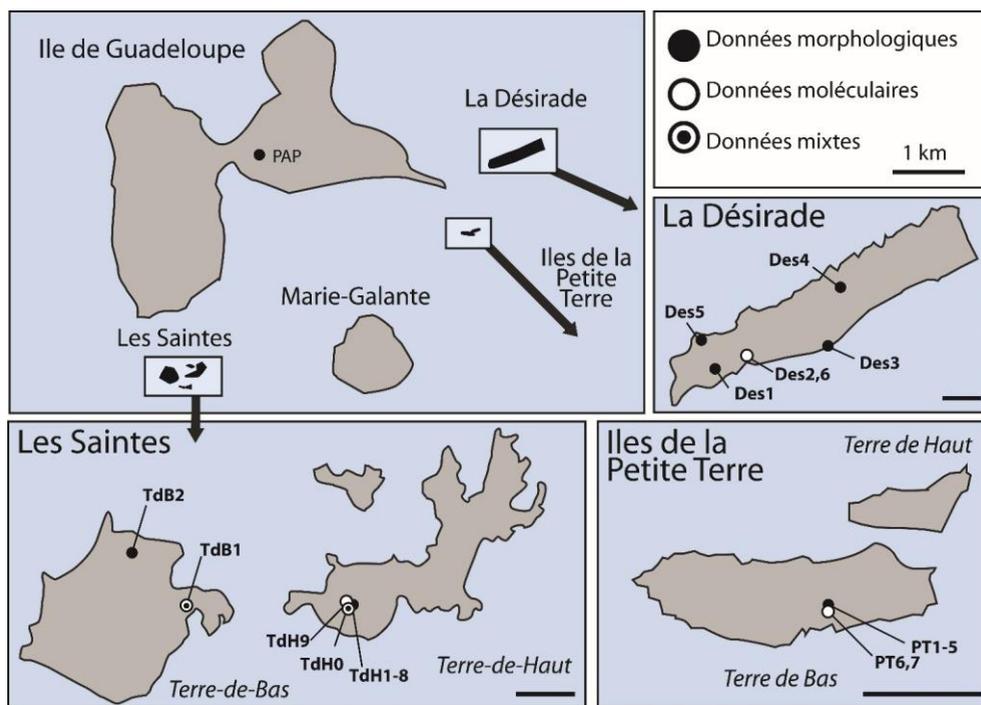
Sept échantillons de tissus (extrémité de la queue) de *Mabuya* ont été collectés dans l'archipel Guadeloupéen dans le cadre de la présente étude : deux de la Désirade, deux de l'archipel de la Petite-Terre, et de façon inédite, trois de l'archipel des Saintes (Figs 1, Tab. I). Deux fragments d'ADN mitochondrial de l'ARN 12S (350 pb) et du Cytochrome b (709 pb) ont été amplifiés avec succès dans la majorité des cas et séquencés. L'amplification du fragment de 12S a été réalisée grâce aux amorces 12SA-L (5'-AAA CTG GGA TTA GAT ACC CCA CTA T-3') et 12SB-H (5'-GAG GGT GAC GGG CGG TGT GT-3') de Kocher *et al.* (1989) avec la procédure d'amplification suivante : [95(2 min) ; 95(30 s), 50(1 min), 72(1 min) x 29 ; 72(5 min)], tandis que celle du fragment de Cyt b a été réalisée grâce aux amorces L15146 (5'-CAT GAG GAC AAA TAT CAT TCT GAG-3') de Irwin *et al.* (1991) et Cytb-H (5'-TGC TTT GTT TTC TAT HAT HGC TGT-3') de Pinto-Sanchez *et al.* (2015) avec la procédure d'amplification suivante : [95(2 min) ; 95(40 s), 51(30 s), 72(1 min) x 38 ; 72(1min)]. Les produits de PCR amplifiés avec succès ont été séquencés dans les deux sens via un protocole de séquençage standard (méthode de Sanger). Les chromatogrammes ont été contrôlés (et au besoin corrigés) et alignés grâce au logiciel Codon Code Aligner (v. 3.5.6, Codon Code Corporation). L'ensemble des 11 nouvelles séquences (sept de 12S et quatre de Cyt b) obtenues a été déposé sur Genbank (numéros d'accessions présentés dans le Tab. I).

Les nouvelles séquences ont été combinées à un jeu de données incluant la majorité des espèces de *Mabuya* ayant déjà fait l'objet d'études moléculaires (matrice de 1510 pb et 45 taxons terminaux, *cf.* Tab. I). Trois analyses bayésiennes ont été réalisées avec le logiciel MrBayes v. 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001) et les paramètres suivants : Quatre chaînes de Markov (dont deux chauffées) ont été utilisées avec des paramètres de chauffage par défaut. Le modèle d'évolution des séquences (GTR+G+I pour les deux fragments) a été déterminé par AIC grâce à MrModeltest 2.3 (Posada & Buckley 2004). Les inférences ont été conduites sur 20 millions de générations se répartissant sur deux analyses (runs) indépendantes, et ont été échantillonnées toutes les 1 000 générations, produisant ainsi un total de 20 000 arbres. Après s'être assuré que les deux *runs* avaient convergé vers un état stationnaire (via le contrôle des scores de vraisemblance – likelihood scores – et des paramètres estimés), les 5 000 premiers arbres ont été retirés du jeu de données (*burn-in* de 25%) et un arbre de consensus majoritaire a été généré à partir des 15 000 arbres restants. Seules les valeurs égales ou supérieures à 95 % ont été considérées comme suffisamment soutenues pour être significatives. Afin d'enraciner l'arbre de consensus, deux espèces ont été sélectionnées comme groupe externe (*out-group*), *Trachylepis quinquetaeniata* d'Afrique et *Heremites vittata* du Moyen-Orient en raison de leur étroite apparentement avec le genre *Mabuya* sensu Mausfeld *et al.* (2002), *cf.* Karin *et al.* (2016). Le jeu de données total présentant de nombreuses données manquantes pour les *Mabuya* des Petites Antilles

(plusieurs fragments séquencés dans le cadre de la présente étude n'ont pas pu être amplifiés et l'étude de Hedges et Conn n'impliquait pas le gène du 12S), trois analyses ont été réalisées afin d'écartier de potentiels artefacts : la première combine les fragments de 12S et de Cyt b (1510 pb) de toutes les séquences disponibles et présente donc simultanément la plus large couverture en spécimens et le plus fort taux de données manquantes, tandis que les deux autres représentent des analyses conduites séparément à partir des fragments de 12S et de Cyt b (respectivement restreintes à 330 et 983 pb).

Par ailleurs une analyse phylogénétique complémentaire a été réalisé sur le jeu de donnée total avec une méthode de maximum de vraisemblance (RAXML, version 8 [HPC2 on XSEDE] (Stamatakis, 2014), accessible sur le portail internet CIPRES portal V3.1 (Miller *et al.* 2010), partitionnement par gène, modèle GTR +G appliqué à chaque gène).

Les p-distances non corrigées ont été estimées pour chaque fragment avec le logiciel MEGA 6 (Tamura *et al.* 2013) afin de donner un aperçu du taux de divergence génétique entre – et au sein – des différentes populations insulaires du complexe d'espèces *M. mabouya* (Dominique et îles de l'archipel Guadeloupéen dans le présent échantillonnage). Par ailleurs, deux réseaux d'haplotypes (un pour chaque marqueur) ont été généré grâce au logiciel TCS v1.21 (Clément *et al.* 2000), en utilisant une approche de parcimonie statistique et une limite de connexion fixée à 90 % (10 fragments de 330 pb pour le 12S et 19 fragments de Cyt b restreints à 480 pb afin d'éliminer les données manquantes). (Suite page 72)



**Figures 1 :** Échantillonnages morphologique et moléculaire réalisés dans le cadre de la présente étude.

Figures 1: Morphological and molecular sampling achieved for the present study.

**Tableau I :** Liste des échantillons impliqués dans les analyses moléculaires. Les échantillons présentés en gras sur fond grisé représentent les séquences nouvellement générées dans le cadre de la présente étude. Les autres séquences ont été publiées au cours de précédents travaux de Kumazawa et Nishida (1999), Honda *et al.* (2000), Mausfeld & Lötters (2001), Carranza et Arnold (2003), Vrcibradic *et al.* (2006), Whiting *et al.* (2006), Miralles *et al.* (2006, 2009), Miralles et Carranza (2010), Hedges et Conn (2012), Pinto-Sanchez *et al.* (2015) et Hedges *et al.* (2016). Les tirets représentent des données manquantes. AG : Archipel Guadeloupéen, Bo. : Bolivie, Br. : Brésil, Co. : Colombie, Guat. : Guatemala, Ho. : Honduras, Pe. : Pérou, Ve : Venezuela

Table I: Sampling involved in the molecular analyses. Samples in bold and grey shaded are those newly collected and used to generate new sequences. The others sequences have been published during subsequent studies by Kumazawa and Nishida (1999), Honda *et al.* (2000), Mausfeld and Lötters (2001), Carranza and Arnold (2003), Vrcibradic *et al.* (2006), Whiting *et al.* (2006), Miralles *et al.* (2006, 2009), Miralles and Carranza (2010), Hedges and Conn (2012), Pinto-Sanchez *et al.* (2015) and Hedges *et al.* (2016). Dashes are representing missing data. AG: Guadeloupean archipelago, Bo.: Bolivia, Br.: Brasil, Co.: Colombia, Guat.: Guatemala, Ho.: Honduras, Pe.: Peru, Ve.: Venezuela.

| Espèces                                 | Région           | N° spécimen / échantillon              | Localités   | Cyt b           | 12S             |
|---|------------------|--|---|-----------------|-----------------|
| Complexe d'espèce <i>Mabuya mabouya</i> |                  |  |   |                 |                 |
| <i>M. dominicana</i>                    | Petites Antilles | MNHN 2003.0838                         | Île de Dominique (a)  | EU443114        | EU477264        |
|   |                  | non collecté                           | — (b)   | EU443115        | EU477265        |
|   |                  | SBH 268001                             | — (c)   | JN227561        | JN227582        |
| <i>M. desiradae</i>                     | Petites Antilles | <b>Des2</b>                            | <b>AG, île de la Désirade (a)</b>                                 | <b>KT351079</b> | <b>KT351073</b> |
|   |                  | <b>Des6</b>                            | <b>— (b)</b>  | <b>KT351080</b> | <b>KT351074</b> |
|   |                  | SBH274931                              | — (c)   | KU587588        | —               |
|   |                  | SBH274777                              | — (d)   | KU587589        | —               |
|   |                  | <b>PT6</b>                             | <b>AG, Archipel des îles de la Petite-Terre, Terre-de-Bas (a)</b> | —               | <b>KT351075</b> |
|   |                  | <b>PT7</b>                             | <b>— (b)</b>  | —               | <b>KT355711</b> |
|   |                  | SBH274694                              | — (c)   | KU587590        | —               |
|   |                  | SBH274695                              | — (d)   | KU587591        | —               |
|   |                  | SBH274765                              | — (e)   | KU587592        | —               |
|   |                  | SBH274766                              | — (f)   | KU587593        | —               |
|   |                  | SBH274767                              | — (g)   | KU587594        | —               |
|   |                  | SBH274768                              | — (h)   | KU587595        | —               |
|   |                  | SBH274769                              | — (i)   | KU587596        | —               |
|   |                  | SBH274770                              | — (j)   | KU587597        | —               |
|   |                  | SBH274771                              | — (k)   | KU587598        | —               |
|   |                  | SBH274772                              | — (l)   | KU587599        | —               |
|   |                  | <b>TdH9</b>                            | <b>AG, Archipel des Saintes, Île de Terre-de-Haut (a)</b>         | <b>KT351081</b> | <b>KT351076</b> |
|   |                  | <b>TdH0</b>                            | <b>— (b)</b>  | <b>KT351082</b> | <b>KT351077</b> |
|   |                  | <b>TdB1</b>                            | <b>AG, Archipel des Saintes, Île de Terre-de-Bas</b>              | —               | <b>KT351078</b> |
|   |                  | Complexe d'espèce <i>Mabuya sloani</i> |   |                 |                 |
| <i>M. fulgida</i>                       | Grandes Antilles | SBH267953                              | Île de la Jamaïque, St. Catherine                                 | JN227562        | JN227583        |
|   |                  | USNM 329347 / SBH160766                | Ile d'Hispaniola, Haiti, l'Artibonite                             | JN227565        | JN227586        |

**TABLEAU I (suite et fin)**

|                                       |                      |                               |   |          |          |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---|----------|----------|
| <i>M. powelli</i>                     | Petites Antilles     | MNHN 2003.0844                | Île de St Barthélémy                                  | EU443122 | EU477269 |
| <i>M. sloanii</i>                     | Petites Antilles     | USNM<br>576305/SBH266856      | Ile de Saba   | JN227573 | JN227594 |
| Autres espèces néotropicales          |                      |                               |   |          |          |
| <i>M. agilis</i>                      | Br.,<br>Pernambuco   | E11108 <sup>(1)</sup>         | Exu   | EU443102 | AY151428 |
| <i>M. altamazonica</i>                | Pe., San<br>Martin   | MNHN 2006.0291 <sup>(2)</sup> | km 34 de la route<br>« Tarapoto-<br>Yurimaguas » (a)  | EU443103 | DQ368663 |
| <i>M. berengerae</i>                  | Co., San<br>Andrés   | ICN12131                      | Ile de San Andrés                                     | KJ492297 | KJ493249 |
| <i>M. bistriata</i>                   | Guyane<br>Française  | non collecté                  | Matoury   | EU443105 | DQ368664 |
| <i>M. carvalhoi</i>                   | Br., Roraima         | OMNH 36332<br>(LSUMZ h12420)  | jonction BR-174 / BR-<br>210                          | EU443106 | EU477259 |
| <i>M. croizatii</i>                   | Ve.,<br>Antzoátegui  | MNHN 17670                    | Cerro El Guamal,<br>Turimiquire massif                | EU443107 | EU477260 |
| <i>M. dorsivittata</i>                | Br., D. F.           | (E 11106)                     | Brasilia  | EU443108 | AY151426 |
| <i>M. falconensis</i>                 | Ve., Falcón          | MHNLS 17095                   | Péninsule de Paraguaná<br>(a)                         | EU443109 | EU477261 |
| <i>M. frenata</i>                     | Br., M. G. do<br>Sul | E 11107                       | ?   | EU443111 | AY151427 |
| <i>M. guaporicola</i>                 | Bo., Beni            | UTA 55700 (MBH<br>5870)       | El Refugio  | EU443113 | EU477263 |
| <i>M. macrorhyncha</i>                | Br., Sao Paulo       | LG 1103                       | Ilha da Queimada<br>Grande (b)                        | DQ239132 | DQ239213 |
| <i>M. meridensis</i>                  | Ve., Mérida          | non collecté                  | Mérida (a)  | EU443116 | EU477266 |
| <i>M. nigropalmata</i>                | Pe, Madre de<br>Dios | MHNC 5718                     | Manu national park                                    | EU515213 | EU515211 |
| <i>M. nigropunctata</i>               | Br., Amazonas        | (LSUMZ H-16446)               | Castanho, S. Manaus<br>(03°30,9'S ; 59°54,2'W)<br>(a) | GQ982546 | GQ982526 |
| <i>M. nebulosylvestris</i>            | Ve., Aragua          | MNHN 2007.0272                | Colonia Tovar (b)                                     | EU443135 | EU477281 |
| <i>M. pergravis</i>                   | Co.<br>Providencia   | ICN12135                      | Ile de Providencia                                    | KJ492319 | KJ493269 |
| <i>M. unimarginata</i>                | Guat.                | UTA 41513                     | Zacapa  | EU443126 | EU477272 |
| <b>Outgroup:</b>                      |                      |                               |   |          |          |
| <i>Trachylepis</i>                    | Afrique              | MNHN 2004-0102 ?              | Localité non déterminée                               | EU443143 | —        |
| <i>quinquetaeniata</i> <sup>(3)</sup> |                      | BEV 7202                      | et Égypte, Assouan                                    | —        | EU477289 |
| <i>Heremita vittata</i>               | Moyen Orient         | BEV 1446                      | Turquie, Osmandere                                    | EU443142 | U477288  |

## B. Morphologie

Aucun animal n'a été sacrifié dans le cadre de la présente étude. Les données morphologiques ont été acquises (1) via l'étude de spécimens (conservés en alcool par des habitants suite à une découverte d'animaux prédatés près de chez eux et désormais déposés dans les collections du Musée départemental Edgar Clerc, Guadeloupe) et (2) in vivo, via la prise de photographies de haute définition dont la qualité peut être variable (Figs 3). L'effort de prospection (observation et capture) représente un total d'environ 345 heures-hommes (h-h), réalisé de décembre 2014 à janvier 2016 : Terre-de-Bas des Saintes (175 h-h), Terre-de-Haut des Saintes (66h-h), La Désirade (46 h-h), Terre-de-Bas de la Petite Terre (10 h-h) et Îlet Cochon (48 h-h, aucun spécimen n'y ayant été trouvé). Bien que nos données

photographiques présentent de nombreuses données manquantes (certains individus n'ayant pu être capturés afin de photographier chaque côté de la tête), ces résultats impliquent un total de 21 individus de cinq îles guadeloupéennes différentes, et représentent de ce fait le plus large échantillonnage de *Mabuya* guadeloupéen publié à ce jour : (île de La Désirade, n = 4; île de Terre-de-Bas des Saintes, n = 2 ; île de Terre-de-Haut des Saintes, n = 9; île de la Grande-Terre, n = 1; île de Terre de Bas de la Petite Terre, n = 5). Par ailleurs, neuf spécimens de l'île de la Dominique ont également été examinés *in situ* par photographie afin de compléter notre jeu de données. Les données collectées se rapportent essentiellement à l'écaillure céphalique, à savoir le nombre (compté de chaque côté) de supracilières (SC), de supraoculaires (SO), de nucales (Nuc) et de supralabiales (SL), ou la présence de contact entre les supranasales (SN), entre les préfrontales (PF) ou entre les pariétales (P) (cf. la nomenclature et les illustrations des caractéristiques d'écaillure selon Miralles 2006). Par ailleurs les données des patrons de couleurs ont également été examinés et discutés, mais n'ont pas pu faire l'objet d'une formalisation étant donné leur nature complexe.

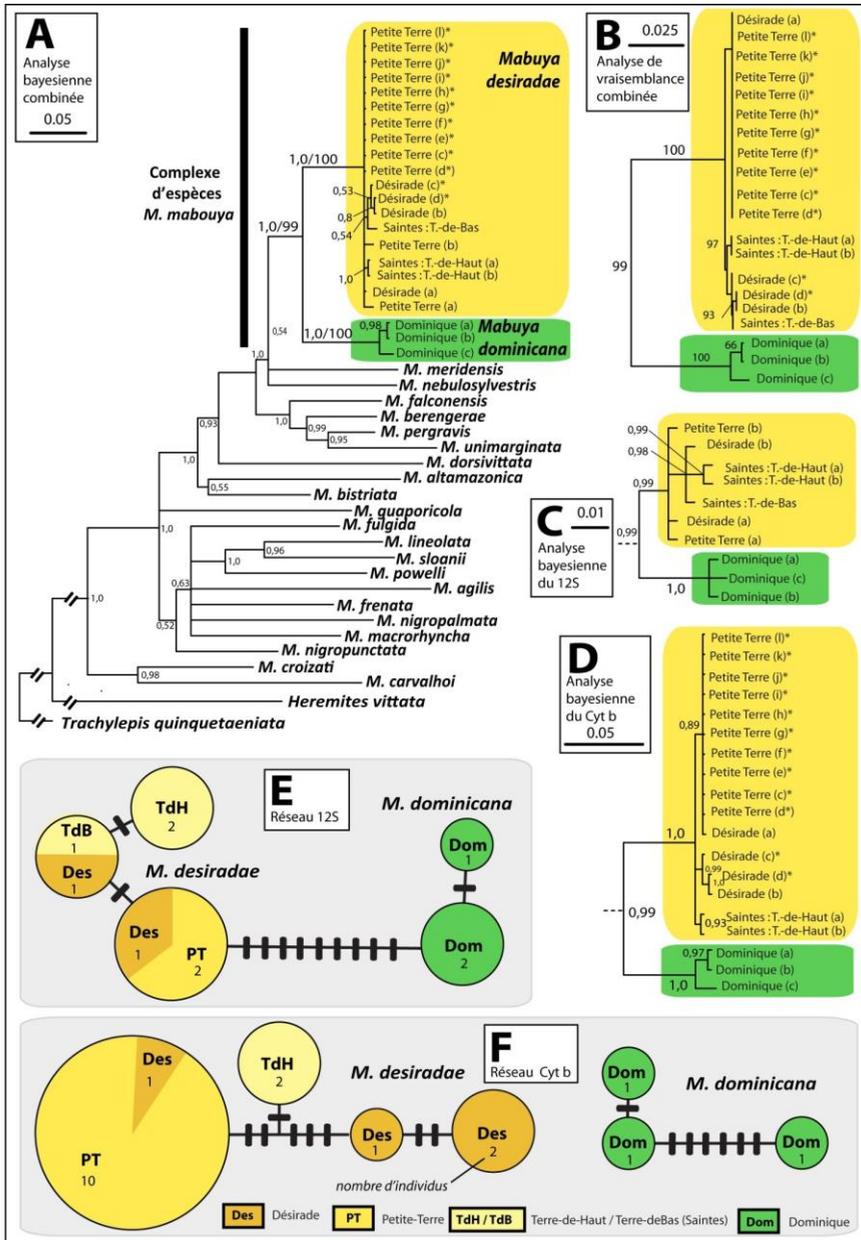
### III. RÉSULTATS

#### A. Approches moléculaires

Les trois arbres phylogénétiques générés par l'analyse bayésienne (Figs 2A, C et D) présentent des topologies très congruentes entre elles (bien que modérément soutenues) et avec celles ayant été obtenues au cours de précédentes études (Miralles *et al.* 2009, Miralles & Carranza 2010, Hedges & Conn 2012).

Plus spécifiquement, les échantillons provenant du complexe d'espèce *M. mabouya* forment un clade fortement soutenu se divisant en deux lignées sœurs que sont le clade de l'archipel Guadeloupéen et celui de la Dominique. La lignée guadeloupéenne ne présente pas de structuration interne significative susceptible de rendre compte de l'origine biogéographique des échantillons (absence de monophylie insulaire à l'exception des deux échantillons provenant de la même population de Terre-de-Haut des Saintes), mais présente en revanche de très courtes longueurs de branches internes. L'analyse réalisée en maximum de vraisemblance (Fig. 2B) offre des résultats congruents avec les analyses bayésiennes (Fig. 2A), à savoir l'existence de deux clades bien soutenus (bootstrap de 100 % pour le clade de la Dominique et pour celui de la Guadeloupe) et absence de structuration interne avec de courtes branches. En termes de divergence moléculaire (p-distances non corrigées, Tab. II), le clade guadeloupéen est très nettement différencié de celui dominiquais (de 2,8 à 3,6 % pour le 12S, et de 7,9 à 8,7 % pour le Cyt b). Il n'existe cependant qu'une différenciation très faible entre les populations des différentes îles guadeloupéennes (de zéro à 0,6 % pour le 12S, et de zéro à 1,4 % pour le Cyt b). Notons également que la divergence du Cyt b au sein de La Désirade (jusqu'à 1,2 %) peut être supérieure à celle estimée entre La Désirade et Terre-de-Haut des Saintes, et que d'une manière générale, les divergences entre îles guadeloupéennes sont inférieures ou égales à celles observées au sein même du clade dominiquais. Par ailleurs, les réseaux d'haplotypes confirment la forte différenciation « Dominique » *versus* « archipel Guadeloupéen » (aucun haplotype en commun et neuf sauts mutationnels séparant au minimum ces deux groupes pour le 12S (Fig. 2E) et réseaux non connectés à un seuil de 90% pour le Cyt b (Fig. 2F)). Ils attestent également d'une faible différenciation et d'une absence de structuration géographique entre les populations de l'archipel Guadeloupéen. Les haplotypes (12S et Cyt b) rencontrés à Terre-de-Haut des Saintes apparaissent comme étant exclusifs et endémiques de l'île. Ce résultat doit cependant être relativisé par le très faible échantillonnage en jeu (N = 2 échantillons issus de la même population) et la proximité

géographique de cette île avec sa voisine, Terre-de-Bas, dont elle n'est séparée que par un étroit canal (moins de 900 m de large). (Suite page 76)



**Figures 2** : Principaux résultats moléculaires : Arbres phylogénétiques basés sur le jeu de données combinées (12S et Cyt b) : (A) analyse bayésienne et (B) analyse en maximum de vraisemblance. Arbres inférés à partir des jeux de données séparées : (C) pour le 12S et (D) pour le Cyt b. Seule la branche antillaise est représentée sur les figures B à D. Les lettres minuscules (a, b, c...) correspondent aux différents échantillons présentés dans le tableau I. Les échantillons du complexe d'espèces *M. mabouya* sont présentés dans des boîtes colorées. (D) Réseaux d'haplotypes (gènes du 12S et du

Cyt b, seuil de connection à 90 %) des populations du complexe d'espèces *M. mabouya* (Île de la Dominique et îles de l'archipel Guadeloupéen). Chaque cercle représente un haplotype (dimension proportionnelle au nombre de copies d'un même haplotype, et couleurs représentant leurs origine géographique). Chaque tiret noir représente un saut mutationnel théorique entre deux séquences. Afin de simplifier la lecture de ces graphiques, nous avons anticipé les conclusions taxinomiques de la discussion, et présenté les noms d'espèces devant être attribués aux deux clades échantillonnés pour le complexe d'espèces *M. mabouya*, à savoir *M. dominicana* pour le clade de la Dominique, et *M. desiradae* pour celui de l'archipel Guadeloupéen.

Figures 2. Main molecular results: Phylogenetic tree based on the combined 12S and Cyt b data-sets: (A) bayesian analysis and (B) maximum likelihood analysis. Trees inferred from the separated data-set: (C) for the 12S and (D) for the Cyt b. Lowercase (a, b, c...) are representing the different samples presented in the Table I. Only the Antillean clade is represented on figs B to D. *Mabouya mabouya* species complex is highlighted by colored boxes. (D) Haplotype networks (12S and Cyt b genes, connection limit at 90%) for the populations of the *M. mabouya* species complex (Dominica and guadeloupean archipelago). Each circle is representing a haplotype (the number of copies of each haplotype is represented by the size, and the colors are representing their geographic origin). Black dashes dot are representing theoretical mutational step between two sequences. Taxonomic results presented in the discussion have been anticipated, the species binomen corresponding here to those having to be applied to each of the two clades presently sampled for the *M. mabouya* species complex, namely *M. dominicana* for the Dominica, and *M. desiradae* for the guadeloupean Archipelago.

**Tableau II :** *P*-distances non corrigées estimées (fragments de 12S et du Cyt *b*, valeurs min/max), calculées entre et au sein des différentes populations insulaires du complexe *M. mabouya* (distances intra-groupes entre parenthèses dans les diagonales du tableau). La classification antérieure fait référence aux travaux de Hedges & Conn (2012) et Hedges *et al.* (2016) tandis que la nouvelle classification anticipe les résultats nomenclaturaux de la présente étude. NN : population non nommée.

Table II: Uncorrected *p*-distances (12S et Cyt *b* fragments, min/max values) estimated between and among the different insular populations of the *Mabouya mabouya* complex (intra-groups distances between parentheses, in the diagonals of the table). The *classification antérieure* is representing the classification according to Hedges & Conn (2012) and Hedges *et al.* (2016), whereas the *nouvelle classification* is anticipating the nomenclatural results of the present study. NN: unnamed population.

| <b>p-distances<br/>12S</b>       | <b>Dominique</b>     | <b>La<br/>Désirade</b> | <b>Terre-<br/>de-Haut</b> | <b>Terre-de-<br/>Bas</b> | <b>Petite-<br/>Terre</b> |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Classification antérieure        | <i>M. dominicana</i> | <i>M. desiradae</i>    | NN                        | NN                       | <i>M. parviterrae</i>    |
| Nouvelle classification          | <i>M. dominicana</i> | <i>M. desiradae</i>    |                           |                          |                          |
| <b>Dominique<br/>(n = 3)</b>     | <b>(0,0-0,3 %)</b>   | 2,7-3,0 %              | 3,3-3,6 %                 | 3,3-3,3 %                | 2,7-3,0 %                |
| <b>Désirade<br/>(n = 2)</b>      |                      | <b>(0,3 %)</b>         | 0,3-0,6%                  | 0,0-0,3 %                | 0,0-0,3 %                |
| <b>Terre-de-Haut<br/>(n = 2)</b> |                      |                        | <b>(0,0%)</b>             | 0,3 %                    | 0,6 %                    |
| <b>Terre-de-Bas<br/>(n = 1)</b>  |                      |                        |                           | <b>(N/A)</b>             | 0,3 %                    |
| <b>Petite-Terre<br/>(n = 2)</b>  |                      |                        |                           |                          | <b>(0,0 %)</b>           |

TABLEAU II (suite et fin)

| p-distances Cyt b            | Dominique            | La Désirade         | Terre-de-Haut       | Petite-Terre          |
|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Classification antérieure    | <i>M. dominicana</i> | <i>M. desiradae</i> | NN                  | <i>M. parviterrae</i> |
| Nouvelle classification      | <i>M. dominicana</i> |                     | <i>M. desiradae</i> |                       |
| <b>Dominique (n = 3)</b>     | <b>(0,2-1,4 %)</b>   | 8,1-8,7 %           | 7,9-8,1 %           | 8,1-8,3 %             |
| <b>La Désirade (n = 4)</b>   |                      | <b>(0,4-1,4 %)</b>  | 0,6-1,2 %           | 0,0-1,4 %             |
| <b>Terre-de-Haut (n = 2)</b> |                      |                     | <b>(0 %)</b>        | 0,6 %                 |
| <b>Petite-Terre (n = 10)</b> |                      |                     |                     | <b>(0 %)</b>          |

## B. Morphologie

**Lépidosis.** Les résultats des analyses d'écaillage des individus sont rapportés dans le tableau III. Au sein de notre échantillonnage, toutes îles guadeloupéennes confondues, les individus examinés possèdent de trois à cinq supraciliaires, la majorité (20 sur 25 examinés) en possédant quatre. Tous possèdent une unique paire de nucales primaires, les nucales secondaires (sensu Miralles 2006) étant toujours absentes. La majorité des spécimens (21 sur 29) possèdent sept écailles supralabiales, avec une plus forte prédominance d'individus à huit supralabiales à la Dominique, Terre-de-Bas des Saintes et Petite Terre. La majorité des spécimens présentent des contacts entre les supranasales (13 sur 19) et les pariétales (11 sur 15). Chez tous les individus examinés les préfrontales ne sont pas en contact. En dépit du fait que notre échantillonnage morphologique soit le plus riche jamais publié pour l'archipel guadeloupéen (21 contre 9 pour Hedges & Conn, 2012), celui-ci reste cependant très faible d'un point de vue statistique. Ces données n'ont pas permis de mettre en évidence d'éventuelles caractéristiques diagnostiques soutenant une différenciation morphologique entre les différentes populations des îles guadeloupéennes étudiées, ni entre celles-ci et celle de la Dominique.

**Patron de couleur in vivo.** Chez tous les individus guadeloupéens (Figs 3), la face dorsale est brune cuivrée, plus ou moins parsemée de petites taches noirâtres débutant au-dessus du tympan et pouvant continuer sur la queue. Les flancs présentent une paire de bandes dorso-latérales plus claires, elles aussi tachetées de noir. Celles-ci apparaissent plus nettement quand elles sont observées de face (ex. Fig. 3F). Une paire de bandes latérales noires démarre de la région loréale et se poursuit jusqu'au niveau des membres antérieurs. Elle s'estompe ensuite progressivement (teinte brun-roux). Selon les individus, cette bande sombre latérale peut se prolonger jusqu'au milieu du corps ou jusqu'à l'insertion des membres postérieurs. La face ventrale est uniformément blanc crème à beige clair. La face dorsale des membres est généralement brune cuivrée parsemée de tâches noires et rousses. Les surfaces plantaires sont noires à brunes. Les juvéniles (ex. TDH0, Terre-de-Haut des Saintes, Fig. 3C) présentent une coloration conforme – mais bien plus contrastée – à celle des adultes. En conclusion, nos observations suggèrent l'existence d'un polymorphisme chromatique intra-populationnel d'ampleur comparable à celui observé au sein d'autres espèces de *Mabuya* (ex. Miralles 2006, Miralles *et al.* 2009) et déjà noté pour la population de la

Désirade (Métaireau *et al.*, 2014). Elles n'ont en revanche pas permis la mise en évidence d'une éventuelle différenciation chromatique entre les différentes populations insulaires : quelles que soient les îles considérées, la coloration dorsale peut être plus ou moins claire ; les tâches noires dorsales plus ou moins étendues et nombreuses ; la paire de bandes latérales sombres de longueur relativement variable et la coloration du dessus de la tête identique à celle du dos ou exprimant des nuances roussâtres (ex. Figs 3).

**Tableau III :** Caractéristiques lépidosiques des individus capturés ou photographiés durant l'étude. SC : Supraciliaires ; SO : Supraoculaires ; SN : Supranasales ; PF : Postfrontales ; P : Pariétales ; Nuc : Nucales ; SL : Supralabiales ; - : Non visible ; C : en contact ; S : Séparées. Les chiffres donnés à gauche correspondent au profil gauche de l'animal et ceux donnés à droite au profil droit.

Table III: Lepidotoc features of the individuals captured or photographed during the study. SC : Supraciliaires ; SO : Supraoculars ; SN : Supranasals ; PF : Postfrontals ; P : Parietals ; Nuc : Nucals ; SL : Supralabials. NV : Not visible ; C : contact ; S : not in contact. Values presented on the left/right represent data observed on the left/right side of the specimen.

| Île                          | Individu | SC    | SO    | SN | PF | P | Nuc   | SL          |
|------------------------------|----------|-------|-------|----|----|---|-------|-------------|
| Désirade                     | Des1     | 4 / 4 | 3 / 3 | S  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
|                              | Des3     | 4 / - | 3 / - | -  | S  | S | 1 / 1 | - / -       |
|                              | Des4     | 4 / 4 | 3 / 3 | S  | S  | S | - / - | 7(5) / 7(5) |
|                              | Des5     | 4 / 4 | 3 / 3 | S  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
| Terre-de-Bas des Saintes     | TdB1     | 4 / 4 | 3 / 3 | C  | S  | C | 1 / 1 | 8(6) / 7(5) |
|                              | TdB2     | - / 3 | - / 3 | C  | S  | C | - / - | - / 8(6)    |
| Terre-de-Haut des Saintes    | TdH0     | 4 / 3 | 3 / 3 | S  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
|                              | TdH1     | - / - | 3 / - | C  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
|                              | TdH2     | - / 4 | - / 3 | S  | S  | - | - / - | - / 7(5)    |
|                              | TdH3     | 4 / 5 | 3 / 3 | C  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
|                              | TdH4     | - / - | - / - | -  | -  | - | - / - | 7(5) / -    |
|                              | TdH5     | - / 3 | - / 3 | C  | -  | - | - / - | - / 7(5)    |
|                              | TdH6     | - / - | - / - | S  | S  | - | - / - | - / 8(6)    |
|                              | TdH7     | - / - | - / 3 | C  | S  | S | - / - | - / 7(5)    |
| Grande Terre                 | TdH8     | - / 4 | - / 3 | C  | S  | - | - / - | - / 7(5)    |
|                              | PAP      | 4 / 4 | 3 / 3 | C  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / 7(5) |
| Terre de Bas de Petite terre | PT1      | 4 / - | 3 / - | C  | S  | S | - / - | 8(6) / -    |
|                              | PT2      | 4 / - | 3 / - | C  | S  | C | 1 / 1 | 8(6) / -    |
|                              | PT3      | 3 / - | 3 / - | C  | S  | C | 1 / 1 | 7(5) / -    |
|                              | PT4      | 4 / - | 3 / - | C  | S  | - | - / - | 8(6) / -    |
|                              | PT5      | 4 / 4 | 3 / 3 | C  | S  | C | 1 / 1 | 8(6) / 8(6) |
| Dominique                    | Dom1     | 4 / - | 3 / 3 | C  | S  | - | - / - | 7(5) / 7(5) |
|                              | Dom2     | - / - | - / - | -  | -  | - | - / - | - / 8(6)    |
|                              | Dom3     | - / - | - / - | C  | -  | - | - / - | 7(5) / -    |

**TABLEAU III (suite et fin)**

|                  |         |          |          |            |          |          |               |
|------------------|---------|----------|----------|------------|----------|----------|---------------|
| Dom4             | - / -   | 3 / -    | -        | -          | -        | - / -    | 7(5) / -      |
| Dom5             | - / -   | - / -    | -        | -          | -        | - / -    | - / 7(5)      |
| Dom6             | - / 5   | - / -    | -        | -          | -        | - / -    | - / 8(6)      |
| Dom7             | - / -   | 3 / 3    | S        | -          | -        | 1 / 1    | 8(6) / 7(5)   |
| Dom8             | - / -   | 4 / 3    | C        | S          | C        | 1 / 1    | 8(6) / -      |
| Dom9             | - / -   | 3 / 3    | C        | S          | -        | - / -    | 8(6) / 7(5)   |
| <hr/>            |         |          |          |            |          |          |               |
| Total Guadeloupe | 3       | 3        | C        | S (n = 19) | C        | 1        | 7(5) (n = 21) |
|                  | (n = 4) | (n = 27) | (n = 13) |            | (n = 11) | (n = 22) |               |
|                  | 4 (20)  | 4 (0)    | S (6)    |            | S (4)    |          | 8(6) (8)      |
|                  | 5 (1)   |          |          |            |          |          |               |
| <hr/>            |         |          |          |            |          |          |               |
| Total Dominique  | 3 (0)   | 3 (8)    | C (4)    | S (3)      | C (1)    | 1 (4)    | 7(5) (7)      |
|                  | 4 (1)   | 4 (1)    | S (1)    |            | S (0)    |          | 8(6) (5)      |
|                  | 5 (1)   |          |          |            |          |          |               |
| <hr/>            |         |          |          |            |          |          |               |

#### IV. DISCUSSION

##### *Une seule espèce de Mabuya en Guadeloupe...*

Nos résultats n'ont pas été en mesure de mettre en évidence une quelconque différenciation entre les différentes populations des îles de l'archipel Guadeloupéen étudiées. Bien au contraire, ceux-ci révèlent de façon congruente une différenciation génétique et phénotypique négligeable à l'échelle de l'archipel, avec des populations non différenciables les unes des autres, et dont le degré de divergence génétique inter-insulaire est tout à fait comparable à celui observé au sein d'une seule et même population de *Mabuya* de la Dominique (divergences intra-groupe pour chacun des deux groupes allant de zéro à 0,3% pour le 12S et de zéro et 1,4% pour le Cyt b, contrastant avec des divergences inter-groupes allant de 2,7 à 3,6% pour le 12S et de 7,9 à 8,7% pour le Cyt b). De ce fait, il apparaît que *M. desiradae* Hedges & Conn (2012) (population de La Désirade), *M. parviterrae* Hedges *et al.* (2016) (Petite Terre) et les populations des îles des Saintes (non nommées) doivent être considérées par défaut comme appartenant à une seule et même espèce biologique.

Ces résultats permettent également une réinterprétation des caractères diagnostiques précédemment présentés par Hedges & Conn (2012) pour trois autres espèces nominales non séquencées. Ces auteurs ont en effet décrit *M. grandisterrae* (de Grande-Terre), *M. guadeloupaie* (de Basse-Terre) et *M. cochonaie* (de l'Îlet à Cochon, à 600 m de la côte de la Grande-Terre) sur la seule base de critères morphologiques et chromatiques, dont la valeur diagnostique est ambiguë et dont la mesure peut être sujet à discussion d'un point de vue méthodologique. Les caractéristiques présentées par ces auteurs pour soutenir leurs hypothèses d'espèces consistent en effet en des longueurs de structures flexibles (tissus mous sensibles aux conditions de préservation, telles que les écailles céphaliques ou les sutures de contact entre celles-ci) et dont la valeur diagnostique repose sur des différences dont l'ordre de grandeur est du dixième de millimètre, soit une valeur égale ou inférieure à l'erreur de mesure (figs 34 à 36 de Hedges & Conn 2012). (Suite page 80)



**Figures 3 :** Sélection de photographies *in situ* illustrant le polymorphisme intra- et interpopulationnel au sein des Mabuyas guadeloupéens (*M. desiradae*) : (A) Terre-de-Bas, Les Saintes (TdB2) ; (B) Terre-de-Haut, Les Saintes (TdH7) ; (C) Terre-de-Haut, Les Saintes (juvénile, TdH0) ; (D) Petite Terre (PT4) ; (E) Petite Terre (PT3) ; (F) Désirade (Des4) ; (G) Désirade (Des5). Photos : R. Gomès (A, C-F), A. Miralles (B), K. Questel (G).

Figures 3: Selection of *in situ* photographs illustrating the intra- and interpopulation polymorphism among the guadeloupean Mabuyas skinks (*M. desiradae*): (A) Terre-de-Bas, Les Saintes (TdB2); (B) Terre-de-Haut, Les Saintes (TdH7); (C) Terre-de-Haut, Les Saintes (juvenile, TdH0); (D) Petite Terre (PT4); (E) Petite Terre (PT3); (F) Désirade (Des4); (G) Désirade (Des5). Pictures: R. Gomès (A, C-F), A. Miralles (B), K. Questel (G).

Par ailleurs, la majorité de leurs caractères diagnostiques se chevauchent largement d'une espèce à l'autre et l'échantillonnage présente une très faible valeur statistique avec seulement trois, cinq et trois individus respectivement étudiés pour *M. cochonae*, *M. grandisterrae* et *M. guadeloupae*. Le fait de considérer les populations de la Désirade, de la Petite Terre et des Saintes (groupe DPTS) comme une seule et même espèce implique une invalidation des caractères diagnostiques présentés par ces auteurs pour *M. cochonae*, *M. grandisterrae* et *M. guadeloupae* : la variabilité morphologique de ces espèces, telle que présentée par Hedges et Conn (2012) apparaît désormais comme étant incluse au sein même du spectre de variabilité phénotypique intraspécifique du groupe DPTS (cf. graphiques bifactoriels de Hedges & Conn 2012, figs 34-36). Notons également que l'absence de différenciation entre ces trois espèces et celle du groupe DPTS fait également sens d'un point de vue biogéographique, les îles de la Basse-Terre, Grande-Terre et l'îlet à cochon (satellite situé à 600 m de la Grande-Terre) étant géographiquement plus proches les unes des autres que ne le sont entre elles celle du groupe DPTS (et qui pourtant abritent des populations clairement conspécifiques).

En conclusion, et conformément aux principes de priorité et du premier réviseur tels que formulés par le Code de Nomenclature Zoologique (ICZN 1999), nous considérons (1) *M. cochonae* Hedges & Conn (2012), (2) *M. grandisterrae* Hedges & Conn (2012), (3) *M. guadeloupae* Hedges & Conn (2012) et (4) *M. parviterrae* Hedges *et al.* (2016) comme des synonymes subjectifs juniors de *M. desiradae* Hedges & Conn (2012). De ce fait, *M. desiradae* Hedges & Conn (2012) (Holotype KU 242045, La Désirade, Anse d'Echelle) est applicable à l'ensemble des populations guadeloupéennes, considérées ici conspécifiques, en l'absence d'éléments contradictoires. Notons enfin que pour des raisons de stabilité nomenclaturale, l'épithète spécifique « *desiradae* » a été préféré à « *guadeloupae* » pour désigner l'espèce de *Mabuya* guadeloupéenne. Bien qu'illustrant mieux à l'aire géographique de l'espèce, ce dernier se rattache en effet à des populations probablement éteintes et n'ayant jamais fait l'objet d'études moléculaires.

...mais vraisemblablement endémique à l'archipel Guadeloupéen.

Nos résultats moléculaires confirment en revanche la divergence relative significative entre le clade guadeloupéen et celui dominiquais précédemment révélée par Hedges et Conn (2012) avec des divergences entre chacun de ces deux clades allant de 2,7 à 3,6% pour le 12S et de 7,9 à 8,7% pour le Cyt b. Ces ordres de grandeurs s'avèrent compatibles avec ceux observés par exemple au sein du complexe amazonien *Mabuya nigropunctata* (composé d'au moins trois espèces) et chez qui les distances interspécifiques varient de 1,6 à 6,1% pour le 12S et de 8,7 à 13,7% pour le Cyt b (Miralles & Carranza, 2010). De plus, la réinterprétation des graphiques bifactoriels de ces auteurs (en considérant tous les individus guadeloupéens comme une seule et même espèce) semblent aller dans le sens d'une différenciation morphologique (ratio longueur/largeur des supranasales) entre les deux espèces (deux nuages de points oblongs - l'un correspondant à la Dominique, l'autre à l'archipel Guadeloupéen - parallèles et clairement différenciés l'un de l'autre sur la figure 35 de Hedges & Conn 2012). De ce fait, *M. desiradae* (tel que définit plus haut) et *M. dominicana* semblent présenter des différences moléculaires et morphologiques congruentes et compatibles avec l'hypothèse selon laquelle elles constitueraient deux espèces bien distinctes.

### *Quel statut de conservation mondial pour M. desiradae selon les critères de l’IUCN ?*

En l’état actuel des connaissances (Breuil 2002, Ibéné & Questel 2011, Lorvelec 2011, Hedges & Conn 2012, Paré & Lorvelec 2012, Gomès & Ibéné 2013, Angin & Gomès 2015, Gomès & Ibéné 2015, Barré *et al.* 2016, Lorvelec *et al.* 2016) et au vu des prospections menées par l’ASFA depuis 2010 sur l’ensemble de l’archipel Guadeloupéen (Ibéné, B. ; Questel, K. ; Gomès R. ; Angin B. ; Houlemare I., *obs. pers.*), il apparaît hautement probable que les populations de scinques de la Grande-Terre, de la Basse-Terre et de l’îlet à Cochons soient éteintes, et que ne subsistent plus que quatre populations insulaires à La Désirade, à Petite Terre (Terre de Bas), et aux deux îles principales des Saintes (Terre-de-Bas et Terre-de-Haut, leurs îlets satellites n’ayant pas suffisamment fait l’objet de prospections). La superficie totale de ces quatre îles est inférieure à 40 km<sup>2</sup>, soit *une zone d’occurrence < 100 km<sup>2</sup>* selon le critère de répartition géographique B1 de l’IUCN (IUCN, 2012). De plus, la répartition de *Mabuya desiradae* apparaît, selon nos observations de terrain, comme *gravement fragmentée* en quatre sous-populations insulaires - celle de la Désirade (Des), de moyenne taille mais fragmentée et trois autres de petites tailles à Terre-de-Bas (TdB) et Terre-de-Haut (TdH) des Saintes, et Terre de Bas (PT) de la Petite Terre (*obs. pers.*) - très isolées les unes des autres (TdH/Des = 68 km, TdH/PT = 57 km, TdB/Des = 73,5 km, TdB/PT = 63 km, PT/Des = 13 km, *cf.* Figure 1). En cas d’extinction de l’une d’entre elles, la probabilité de recolonisation serait donc très faible à nulle sans intervention humaine. En outre, les habitats de l’espèce subissent une pression anthropique forte, avec une dégradation constante des milieux (notamment par le surpâturage des populations marronnes de petits ruminants sur les îles des Saintes et de la Désirade, *obs. pers.*). Par ailleurs, les espèces exotiques envahissantes et prédatrices, telles que le Chat domestique *Felis catus*, la Poule domestique *Gallus gallus*, le Rat noir *Rattus rattus* ; et sur l’île de La Désirade, le Raton laveur *Procyon lotor* et plus récemment la Petite mangouste indienne *Urva auropunctata* (M. Pioche, N. Barré, *comm. pers.*), représentent de nouvelles menaces pesant sur les populations. L’ensemble de ces facteurs sont extrêmement préoccupants, et correspondent au statut d’espèce **en danger critique d’extinction** (selon le critère B1ab (i, ii, iii, iv, v) de l’*IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. 2001*).

La vulnérabilité des populations de cette espèce endémique de Guadeloupe est des plus préoccupante, et nous pousse à considérer que la mise en place d’un Plan National d’Actions spécifique devrait être envisagé le plus rapidement possible. Rappelons que le plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 affiche comme objectif N 12 d’Aichi pour la Biodiversité que : « *D’ici à 2020, l’extinction d’espèces menacées connues est évitée et leur état de conservation, en particulier de celles qui tombent le plus en déclin, est amélioré* ». Parmi les mesures qu’il conviendrait d’ores et déjà de mettre en œuvre, peuvent être citées (1) la préservation de tous les habitats où la présence de scinques a été avérée récemment, (2) la réalisation de prospections complémentaires dans les secteurs où l’espèce a été mentionnée par le passé et ne l’a plus été récemment, (3) la mise en application effective et stricte de la réglementation de l’arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) de la zone du Chateau à Terre-de-Haut des Saintes, et un renforcement de celui-ci, (4) la gestion raisonnée des populations de chats errants et divagants, (5) la régulation (Désirade, archipel des Saintes) voire l’éradication mécanique (à Petite Terre) de *Rattus rattus*, (6) la gestion des cabris et poules en divagation et (7) la mise en place d’un programme d’actions relatif à l’arrivée de nouvelles espèces exotiques envahissantes de carnivores ou compétiteurs potentiels combinant la prévention aux introductions et la surveillance afin de détecter précocement toute nouvelle espèce.

**Remerciements** – Cette étude repose entièrement sur le bénévolat et a été intégralement financée sur les fonds propres de l'Association pour la Sauvegarde et la réhabilitation de la Faune des Antilles (L'ASFA). Nous remercions infiniment ses adhérents et donateurs pour leur participation concrète à l'amélioration des connaissances de nos espèces patrimoniales. Nous tenons à exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui ont permis ou facilité la réalisation de ce travail : V. Pinarello et N. Vachieri, UMR CIRAD - INRA "Contrôle des maladies animales, exotiques et émergentes" pour la mise à disposition gracieuse de leurs équipements ; N. Pinto-Sanchez, pour son aide technique ; L. Legendre et D. Lopez, DEAL de la Guadeloupe pour nous avoir accordé les autorisations préfectorales de dérogation pour les spécimens d'espèces animales protégées (autorisation de capture, relâcher et prélèvement de tissus sur tout l'archipel [17 mars 2015] ; autorisation de transport et utilisation pour le spécimen mort de Terre de bas [10 mars 2015] et transport et utilisation pour le spécimen de Grande-Terre [31 décembre 2015]) ; les gestionnaires de la réserve naturelle de Petite Terre pour l'autorisation de capture ; O. Lorvelec, N. Barré et C. Pavis (AEVA - Association pour l'Étude et la protection des Vertébrés et végétaux des petites Antilles) pour la mise à disposition de matériel biologique déjà collecté ; E. Delcroix (Réserves Naturelles Nationales de Petite Terre et Désirade) qui a facilité cet échange ; G. Giraud, E. et V. Ezelin, C. et G. Sevellec et G. Beaujour, de Terre-de-Bas pour leurs précieux témoignages ; E. Ezelin et Madame Cornely, qui ont accepté de céder les spécimens conservés en bocaux ; K. Questel pour la photographie prise à la Désirade ; I. Houlemare (L'ASFA) pour sa participation aux prospections menées sur l'îlet à Cochons ; et Joëlle et le Capitaine Patrick pour leur accueil à bord de l'Oralix.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angin B. & Gomès R. 2015 – First report of a skink population on Les Saintes (Guadeloupe, FWI). *Carib. Herp.*, 52: 1-2.
- Barré N., Trillot A. & Lorvelec O. 2016 – Skinks occur on Terre-de-Bas, Les Saintes (Guadeloupe, French West Indies). *Carib. Herp.*, 56: 1-2
- Breuil M. 2002 – *Histoire naturelle des amphibiens et reptiles terrestres de l'archipel guadeloupéen. Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy*. MNHN (Institut d'Écologie et de Gestion de la Biodiversité, Service du Patrimoine Naturel). Collection patrimoines naturels. N°54. 339p.
- Carranza S. & Arnold E.N. 2003 – Investigating the origin of transoceanic distributions: mtDNA shows *Mabuya* lizards (Reptilia, Scincidae) crossed the Atlantic twice. *Syst. Biodivers.*, 1: 275-282.
- Clement, M., Posada, D. & Crandall, K.A. 2000 – TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9, 1657–1660.
- Dunn E.R. 1935 – Notes on American *Mabuyas*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.*, 87: 533-557.
- Gomès R. & Ibéné B. 2013 – *Mabuya desiradae* (Désirade Skink). Distribution. *Carib. Herp.*, 43: 1.
- Gomès R. & Ibéné B. 2015 – *Première mention d'un scinque (Mabuya sp.) à Terre-de-Bas, Les Saintes*. Note éditée sur le blog de l'A.S.F.A. (Association pour la Sauvegarde et la réhabilitation de la Faune des Antilles), URL : [http:// www.faune-guadeloupe.com/](http://www.faune-guadeloupe.com/). (Consulté en mars 2015)
- Harvey M.B., Aguayo R. & Miralles A. 2008 – Redescription and biogeography of *Mabuya cochabambae* Dunn with comments on Bolivian congeners (Lacertilia: Scincidae). *Zootaxa*, 1828: 43-56.
- Hedges S.B. & Conn C.E. 2012 – A new skink fauna from Caribbean islands (Squamata, Mabuyidae, Mabuyinae). *Zootaxa*, 3288: 1-244.

- Hedges S.B., Lorvelec O., Barré N., Berchel J., Combot M.D., Vidal N. & Pavis C. 2016 – A new species of skink from the Guadeloupe Archipelago (Squamata, Mabuyidae, *Mabuya*). *Carib. Herp.*, 53: 1-14.
- Huelsenbeck, J.P. & Ronquist, F. 2001 – MRBAYES: Bayesian inference of phylogeny. *Bioinformatics*, 17, 754–755.
- Ibéné B. & Questel K. 2011 – *Inventaire des Amphibiens, Reptiles et Mammifères terrestres des îlets Pigen et Kaouhanne*. Rapport de l'ASFA pour le Parc National de la Guadeloupe, Mai 2011. 43 p.
- ICZN 1999 – *International Code of Zoological Nomenclature, 4th Edition*. International Trust for Zoological Nomenclature, The Natural History Museum, London, United Kingdom. 306 p.
- Jerez A. & Ramírez–Pinilla M.P. 2003 – Morphogenesis of extraembryonic membranes and placentation in *Mabuya mabouya* (Squamata, scincidae). *J. Morph.*, 258: 158-178.
- Karin B.R., Metallinou M., Weinell J.L., Jackman T.R. & Bauer A.M. 2016 – Resolving the higher-order phylogenetic relationships of the circumtropical *Mabuya* group (Squamata: Scincidae): An out-of-Asia diversification. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 102: 220-232.
- Kocher T.D., Thomas W.K., Meyer A., Edwards S.V., Paabo S., Villablanca F.X. & Wilson A.C. 1989 – Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 86: 6196–6200.
- Lambert S.M., Reeder T.W. & Wiens J.J. 2015 – When do species-tree and concatenated estimates disagree? An empirical analysis with higher-level scincid lizard phylogeny. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 82: 146-155.
- Lorvelec O. 2011 – *Mabuya mabouya* [Lesser Antillean Skink], conservation. *Carib. Herp.*, 2: 19.
- Lorvelec O., Barré N. & Pavis, C. 2016. *Étude des populations de scinques des Antilles françaises et propositions de gestion. Années : 2012-2016. Rapport final*. Association pour l'Étude et la protection des Vertébrés et végétaux des petites Antilles (AEVA), Petit-Bourg, Guadeloupe. Rapport AEVA n°41, octobre 2016, 76 pages, 19 pages d'annexes.
- Mausfeld P.V., M. Schmitz A. & Veith, M. 2000 – First data on the molecular phylogeography of scincid lizards of the genus *Mabuya*. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 17: 11-14.
- Mausfeld P., Schmitz A., Böhme W., Misof B., Vrcibradic D. & Rocha, C.F.D. 2002 – Phylogenetic Affinities of *Mabuya atlantica* Schmidt, 1945, Endemic to the Atlantic Ocean Archipelago of Fernando de Noronha (Brazil): Necessity of Partitioning the Genus *Mabuya* Fitzinger, 1826 (Scincidae: Lygosominae). *Zool. Anz.*, 241: 281-293.
- Métaireau P., Barré N., Lorvelec O., Diard M. & Pavis C. 2014 – *Inventaire et cartographie de la population du Scinque Mabuya desiradae dans les espaces naturels de La Désirade (Guadeloupe)*. Année 2014. Association pour l'Étude et la protection des Vertébrés et Végétaux des petites Antilles (AEVA), Petit-Bourg, Guadeloupe. Office National des Forêts, Direction Régionale, Basse-Terre, Guadeloupe. Rapport AEVA n° 37, septembre 2014. 60 p.
- Miller M.A., Pfeiffer W. & Schwartz T. 2010 – *Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees*. Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE), New Orleans. 8 p.
- Miralles A. 2005 – The identity of *Lacertus mabouya* Lacepède, 1788, with description of a neotype: An approach toward the taxonomy of new world *Mabuya*. *Herpetologica*, 61: 46-53.
- Miralles A., 2006 – A new species of *Mabuya* (Reptilia, Squamata, Scincidae) from the

- Caribbean island of San Andrés, with a new interpretation of nuchal scales: a character of taxonomic importance. *Herpetol. J.*, 16: 1-7.
- Miralles A. & Carranza S. 2010 – Systematics and biogeography of the Neotropical genus *Mabuya*, with special emphasis on the Amazonian skink *Mabuya nigropunctata* (Reptilia, Scincidae). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 54: 857-869.
- Miralles A., Rivas Fuenmayor G. & Barrio–Amoros C.L. 2005a – Taxonomy of the genus *Mabuya* (Reptilia, Squamata, Scincidae) in Venezuela. *Zoosystema*, 27: 825-837.
- Miralles A., Rivas G. & Schargel W.E. 2005b – A new species of *Mabuya* (Squamata, Scincidae) from the Venezuelan Andes. *Zootaxa*, 895: 1-11.
- Miralles A., Barrio–Amoros C.L., Rivas G. & Chaparro–Auza J.C. 2006 – Speciation in the “Várzea” flooded forest: a new *Mabuya* (Squamata, Scincidae) from Western Amazonia. *Zootaxa*, 1188: 1-22.
- Miralles A., Fuenmayor G.R., Bonillo C., Schargel W.E., Barros T., Garcia Perez J.E. & Barrio-Amoros C.L. 2009 – Molecular systematics of Caribbean skinks of the genus *Mabuya* (Reptilia, Scincidae), with descriptions of two new species from Venezuela. *Zool. J. Linn. Soc.*, 156: 598-616.
- Paré T. & Lorvelec O. 2012. *Mabuya desiradae* (Désirade Skink). Conservation. *Caribbean Herpetology*, 38:1.
- Pinto-Sanchez N.R., Calderón-Espinosa M.L., Miralles A., Crawford A.J. & Ramirez-Pinilla M.P. 2015 – Molecular phylogenetics and biogeography of the Neotropical skink genus *Mabuya* (Squamata: Scincidae) Fitzinger (1826) with emphasis on Colombian populations. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 93: 188-211.
- Posada D. & Buckley, T.R 2004 – Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of akaike information criterion and bayesian approaches over likelihood ratio tests. *Syst Biol.*, 53(5):793-808.
- Pyron R.A., Burbrink F.T. & Wiens J.J. 2013 – A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *BMC Evol. Biol.*, 13: 1-53.
- Stamatakis, A. 2014 – RAxML Version 8 : A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312-1313.
- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A. & Kumar S. 2013 – MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Mol. Biol. Evol.*, 30: 2725-2729.
- UICN 2012 – *Catégories et Critères de la Liste rouge de l’UICN : Version 3.1*. Deuxième édition. Suisse et Cambridge, Royaume-Uni : UICN. vi + 32 p. Originellement publié en tant que IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Vences M., Guayasamin J.M., Miralles A. & De La Riva I. 2013 – To name or not to name: Criteria to promote economy of change in Linnaean classification schemes. *Zootaxa*, 3636: 201-244.
- Vrcibradic D., Mausfeld-Lafdhya P. & Rocha C.F.D. 2006 – Molecular phylogeny of Brazilian *Mabuya* (Reptilia, Squamata, Scincidae) of the *agilis/caissara/heathi* complex. *Herpetol. J.*, 16: 83-91.
- Whiting A.S., Sites J.W. Jr., Pellegrino K.C. & Rodrigues M.T. 2006 – Comparing alignment methods for inferring the history of the new world lizard genus *Mabuya* (Squamata: Scincidae). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 38: 719-730.

*Manuscrit accepté le 22 mai 2017*

**Découverte de *Psammodromus algirus* (Linnaeus, 1758)  
(Sauria : Lacertidae)  
en région Provence–Alpes–Côte-d’Azur :  
revue des observations inédites de l’espèce à l’est du Rhône**

par

Guillaume AUBIN<sup>(1)</sup>, Alexandre CLUCHIER<sup>(2)</sup> et Philippe GENIEZ<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> *Naturalia Environnement, site Agroparc, Le Moitessier.*

*Rue Lawrence Durrell, F-84911 Avignon.*

*g.aubin@naturalia-environnement.fr*

<sup>(2)</sup> *ECO-MED, Tour Méditerranée, 65 avenue Jules Cantini, F-13298 Marseille Cedex 20.*

*a.cluchier@ecomed.fr*

<sup>(3)</sup> *PSL Research University, CEFE UMR 5175, CNRS, Université de Montpellier,  
Université Paul-Valéry Montpellier, EPHE, Biogéographie et Écologie des Vertébrés,  
1919 route de Mende, F-34293 Montpellier.*

*philippe.geniez@cefe.cnrs.fr*

**Résumé** – À l’occasion de prospections herpétologiques dans le cadre d’études réglementaires sur le plateau d’Albion (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence) et dans la commune de Vidauban (Var), plusieurs individus de *Psammodrome algire* ont été observés respectivement en août 2008 et en mai 2016. Ces dernières données inédites sont situées à plus de 140 km des plus proches populations connues, toutes localisées à l’ouest du fleuve Rhône. Un bilan des autres observations de l’espèce à l’est du Rhône est présenté. La question de l’origine de ces observations est soulevée et des perspectives de recherches sont proposées.

**Mots-clés** : *Psammodrome algire*, *Psammodromus algirus*, répartition, Provence-Alpes-Côte-d’Azur, Alpes-de-Haute-Provence, Var, Vaucluse, Vidauban.

**Summary** – **Discovery of *Psammodromus algirus* (Linnaeus, 1758) (Sauria: Lacertidae) in French Provence-Alpes-Côte-d’Azur region. Review of the new observations of the species east of the Rhône.** Recent herpetological investigations in the French departments of Vaucluse and Alpes-de-Haute-Provence in 2008 and in the Var in 2016 revealed the occurrence of populations of the Algerian sand lizard *Psammodromus algirus* a region in which the species was hitherto unknown as the river Rhône was considered the natural biogeographic barrier to the species’ distribution towards the East. An assessment of previous observations in the region is drawn up, origins of the populations are discussed, and research perspectives are proposed.

**Key-words**: Algerian sand lizard, *Psammodromus algirus*, distribution, Provence-Alpes-Côte d’Azur, Alpes-de-Haute-Provence, Var, Vaucluse, Vidauban.

## I. INTRODUCTION

L'expertise de la faune et de la flore menée aujourd'hui systématiquement pour des questions réglementaires en amont des plans et projets d'aménagement du territoire est souvent le théâtre de découvertes inédites sur le plan chorologique. La fréquence de ces découvertes ne fait que renforcer, si cela était nécessaire, la légitimité de tels inventaires dans un contexte où le recours aux seules bases de données existantes aurait pu devenir la norme sous l'égide de la simplification des procédures administratives. C'est ainsi dans le cadre de tels inventaires qu'ont été mises en évidence ces dernières années l'existence de deux populations de Psammodrome algire *Psammodromus algirus* (Linnaeus, 1758) en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur documentées par des photos, une espèce jusqu'alors considérée comme totalement absente à l'est du Rhône. Deux autres observations présumées de cette espèce sont également rapportées ici.

## II. OBSERVATION DE *Psammodromus algirus* DANS LE VAR

À l'occasion de l'évaluation environnementale au titre de la mise en place du Plan Local d'Urbanisme sur la commune de Vidauban (Var), des prospections naturalistes ont été engagées par l'un des auteurs (GA) sur le territoire communal. Bien connue des herpétologues, notamment du fait de la présence de la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni* Gmelin, 1789, la commune est riche d'une des plus importantes diversités reptiliennes de France avec seize espèces connues (dont deux allochtones)<sup>1</sup>.

Le secteur lié à l'observation se situe en bordure de la forêt de l'Escarayol, aux portes-mêmes de Vidauban. Il est constitué d'habitats largement répandus sur ce secteur de la Provence siliceuse : subéraie plus ou moins évoluée avec une strate arbustive de type maquis lâche à *Erica arborea* L. 1753, *Cistus salvifolius* L.1753 et *Cytisus spinosus* (L.) Bubani 1899. Des passages précédents réalisés en 2015 et 2016 avaient déjà révélé la présence sur ce site de plusieurs espèces à enjeu patrimonial telles que la Tortue d'Hermann, la Proserpine *Zerynthia rumina* (Linnaeus, 1758), la Canche de Provence *Aira provincialis* Jord., 1852, l'Isoète de Durieux *Isoetes duriei* Bory, 1844 et le Sérapias négligé *Serapias neglecta* De Not., 1844. Les seuls reptiles qui avaient fait l'objet d'observations étaient le Lézard vert occidental *Lacerta bilineata* Daudin, 1802, la Tarente de Maurétanie *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758) et la Tortue d'Hermann.

Le 28 avril 2016, sur la lisière d'un chemin de coteau exposé plein sud, un mouvement furtif engendre l'observation suivante : un petit Lacertidé, queue manquante, vient de faire un bref arrêt au pied d'une touffe d'*Aphyllanthes monspeliensis* L. Quelques secondes plus tard, il disparaît dans la végétation caillouteuse. Ces quelques secondes ont suffi à orienter l'identification (GA) : C'était, oh ! surprise ! un Psammodrome algire *Psammodromus algirus* juvénile.

Une heure plus tard et quelques centaines de mètres plus loin, un autre lézard, bien visible cette fois prend le soleil. L'individu est photographié alors qu'il s'enfonce dans la végétation (Figs 1 & 2). C'est un Psammodrome algire adulte, sans aucun doute, bien présent à 140 km à l'est-sud-est de sa limite orientale connue pour la France !

(Suite page 88)

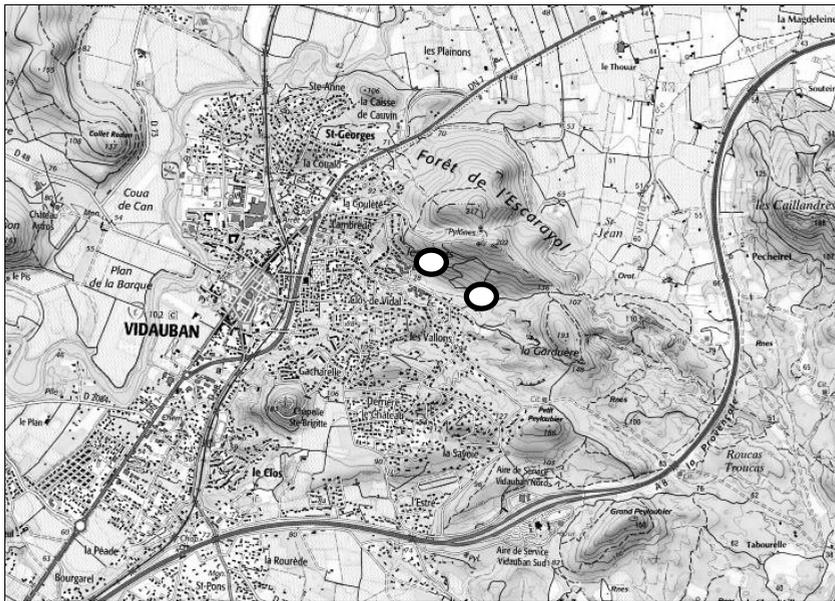
---

<sup>1</sup> Données compilées à partir de plusieurs sources Internet : INPN, Faune-PACA et SILENE Faune.



**Figure 1 :** *Psammodrome algire, Psammodromus algirus*, adulte observé le 28 avril 2016 à Vidauban (département du Var). Photo : Guillaume Aubin – Naturalia.

Figure 1: Algerian sand lizard, *Psammodromus algirus*, adult observed on 28 April 2016 in Vidauban (French department of Var). Picture: Guillaume Aubin – Naturalia



**Figure 2 :** Situation géographique exacte des deux individus de *Psammodromus algirus* observés à Vidauban (Var).

Figure 2: Exact geographical situation of both individuals of *Psammodromus algirus* observed in Vidauban (French department of Var).

### III. OBSERVATIONS DE *Psammodromus algirus* DANS LE VAUCLUSE ET LES ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE

Dans le cadre d'une étude de faisabilité pour un projet de production d'énergie renouvelable aux confins des communes de Simiane-la-Rotonde (Alpes-de-Haute-Provence) et de Saint-Christol (Vaucluse) sur le plateau d'Albion (ECO-MED 2009a et 2009b), le bureau d'études ECO-MED a dépêché une équipe de naturalistes complète sur le terrain le 25 août 2008, dont Vincent Mouret, alors en charge de l'expertise de l'herpétofaune. Lors de l'inventaire, deux observations distinctes de *Psammodromes* algires ont été réalisées à 360 m l'une de l'autre, chacune sur une commune différente. La description des observations et les photographies de l'un des individus (Fig. 3) n'ont laissé aucun doute quant à l'identification de l'espèce malgré la situation inédite de l'observation 60 km à l'est du Rhône.

L'habitat convenait parfaitement aux exigences écologiques du *Psammodrome* algire et consistait en une alternance de pelouses à *Brachypode* de Phénicie, *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem. & Schult, et *Aphyllanthe* de Montpellier, *Aphyllanthes monspeliensis* et de dalles rocheuses calcaires en mosaïque avec des zones arborées dominées par le Chêne pubescent, *Quercus pubescens* Willd., le Pin sylvestre, *Pinus sylvestris* L., l'Érable champêtre, *Acer campestre* L. et l'Érable de Montpellier, *Acer monspessulanum* L. En sympatrie ont été recensés le Léopard des murailles, *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768), le Léopard vert occidental, *Lacerta bilineata* et le Léopard ocellé, *Timon lepidus* (Daudin, 1802).



**Figure 3 :** *Psammodrome* algire, *Psammodromus algirus*, juvénile observé le 25 août 2008 à Simiane-la-Rotonde (Alpes-de-Haute-Provence). Photo : Vincent Mouret – ECO-MED.

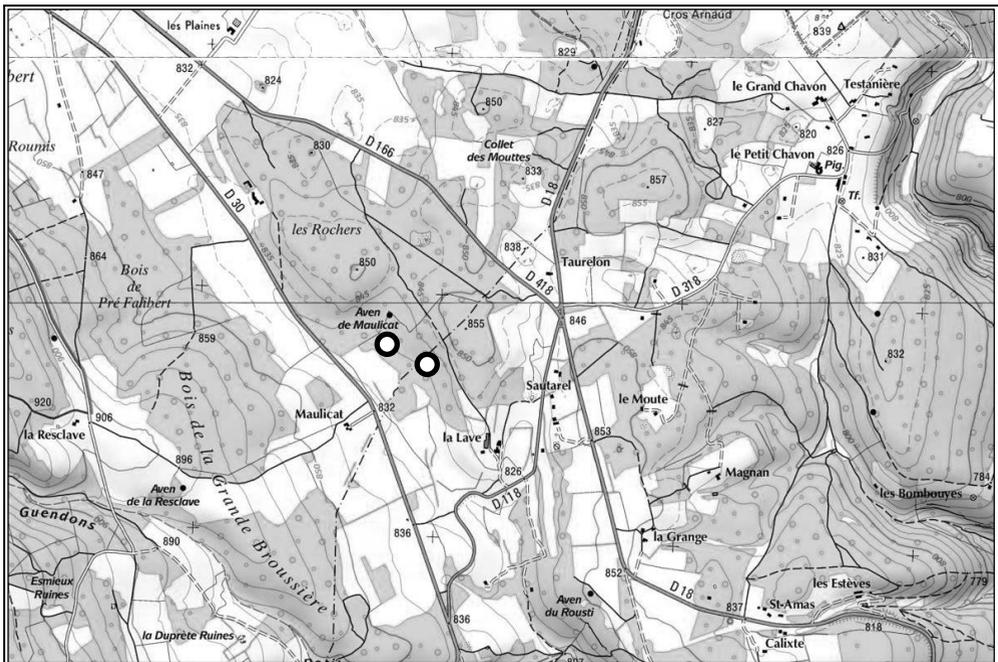
Figure 3: Juvenile Algerian sand lizard, *Psammodromus algirus*, observed on 25 August 2008 in Simiane-la-Rotonde (French department of Alpes-de-Haute-Provence). Picture: Vincent Mouret – ECO-MED.

### IV. DISCUSSION

Le *Psammodrome* algire est une espèce ibéro-maghrébine assez bien répandue en France sur les départements littoraux languedociens (Lescure & de Massary 2012).

De taille moyenne, de 5 à 9 cm sans la queue, ce lézard se caractérise notamment par sa coloration marron à grise avec des flancs sombres délimités par deux lignes claires, blanches à jaunes, par sa queue extrêmement longue (plus de deux fois la longueur tête-corps) virant à l'orangé pâle chez les jeunes individus, et surtout par ses écailles dorsales et caudales

grandes et pointues, fortement carénées et qui se chevauchent. Deux grands types morphologiques ont été décrits (Busack *et al.* 2006 *in* Geniez & Cheylan 2012), l'un correspondrait à une lignée qui se rencontre dans la partie occidentale de la péninsule Ibérique (lignée *manuelae*) et l'autre à une lignée orientale, incluant les populations françaises (lignée *jeanneae*). Notons que les photos des spécimens provençaux ne permettent pas de les attribuer clairement à l'un ou l'autre de ces deux morphotypes pourtant bien différents car il s'agit d'une part d'un adulte (celui de Vidauban, Fig. 1) trop caché par la végétation pour pouvoir examiner les caractères de coloration propres à l'une ou l'autre des deux sous-espèces, d'autre part d'un trop jeune spécimen (celui de Simiane-le-Rotonde, Fig. 3) pour que les caractères de coloration soient visibles.



**Figure 4** : Situation géographique exacte des deux *Psammodromus algirus* observés à Simiane-la-Rotonde (Alpes-de-Haute-Provence) et Saint-Christol (Vaucluse).

Figure 4: Precise geographical location of both *Psammodromus algirus* found at Simiane-la-Rotonde (French department of Alpes-de-Haute-Provence) and Saint-Christol (French department of Vaucluse).

Aucune observation à l'est du Rhône n'a jamais été publiée jusqu'à présent (Beltra 2013) et il est d'ailleurs donné comme rare dans l'est du Gard (Lescure & de Massary 2012) où seules quelques données sont répertoriées : Marcoules, Roquemaure, Villeneuve-lès-Avignon (Geniez & Cheylan 2012), Les Angles (Jean-Laurent Hentz, comm. pers.), Aramon (Grégory Deso et Julien Renet comm. pers. le 28 mars 2016, GA obs. pers.) et Estézargues (GA obs. pers.).

Par ailleurs, plusieurs Lacertidés présentant des aires de distribution ibéro-française largement chevauchantes se retrouvent outre-Rhône. C'est le cas du Psammodrome d'Edwards, *Psammodromus edwardsianus* (Dugès, 1829) et du Lézard ocellé *Timon lepidus* en région Provence-Alpes-Côte-D'Azur et Rhône-Alpes (Drôme) et celle, beaucoup plus ponctuelle et de découverte récente, du Lézard catalan, *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1825)

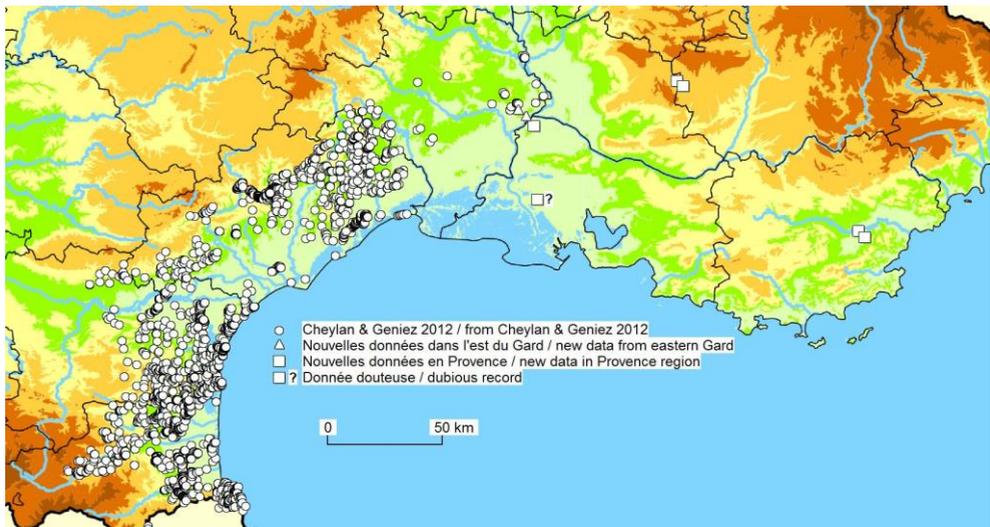
en Drôme et Vaucluse (Geniez *et al.* 2008). Cette dernière découverte a d'ailleurs motivé plusieurs herpétologues à rechercher le *Psammodrome algire* dans les garrigues proches du Rhône, en Vaucluse et dans les Bouches-du-Rhône (massif de la Montagnette, près de Barbentane) (Olivier Peyre, comm. pers.). Ce n'est donc certainement pas au cœur du Var, qui plus est dans le secteur largement prospecté du massif et de la plaine des Maures, ni sur le plateau d'Albion, que l'on pouvait s'attendre à découvrir cette espèce.

Ces observations ont motivé une recherche des différentes observations inédites jusqu'alors et non confirmées de l'espèce en région Provence-Alpes-Côte-D'azur.

Ainsi, cette espèce aurait déjà été observée à deux reprises en région PACA.

- En plaine de Crau, dans les Bouches-du-Rhône, à la réserve de Peau de Meau. Une unique observation en 1992 lors d'une étude sur le Lézard ocellé (José Antonio Mateo Miras, comm. pers.), où l'observateur avait capturé un individu, mais non confirmée par la suite, et paraissant aberrante en centre-Crau (M. Cheylan, comm. pers.). (Cf. synthèse, Tab I.)
- À Barbentane, dans les Bouches-du-Rhône, sur les falaises de Vou Longues en 2014 (Jean-Luc Wilhelm, comm. pers.). Cette dernière observation, relayée par le site participatif d'observations naturalistes « Faune-PACA » "[www.faune-paca.org](http://www.faune-paca.org)", paraît bien plus crédible bien que des observateurs connaissant bien le contexte herpétologique local émettent des réserves sur sa fiabilité.

Aucune de ces observations n'avaient jusqu'à présent été citée dans la littérature.



**Figure 5 :** Synthèse des connaissances sur la distribution du *Psammodrome algire* en France. Sources : Geniez et Cheylan 2012, Wilhelm (comm. pers.), Mateo Miras (comm. pers.).

Figure 5: Synthesis of the state of knowledge of the French distribution of the Algerian sand lizard. Sources: Geniez and Cheylan 2012, Wilhelm (pers. com.), Mateo Miras (pers. com.).

Plusieurs remarques peuvent d'ores et déjà être émises à l'aune de ces observations :

Sur la station du plateau d'Albion, bien que deux individus adultes aient été observés à 150 m l'un de l'autre, une visite récente (AC et Jérémy Jalabert en 2016) n'a pas permis de confirmer la présence de l'espèce, de même qu'une prospection réalisée en ce sens par Vincent Rivière (comm. pers.) en mai 2010. Il est ainsi difficile de considérer que la

population est établie. Par ailleurs, au vu de la naturalité de la station, il paraît encore plus difficile, en l'absence d'autres éléments notamment génétiques, de déterminer l'origine naturelle ou introduite de cette population. En effet dans un contexte très peu anthropisé, l'introduction de l'espèce via l'import de matériaux de construction ou de végétaux semble *a priori* peu probable.

**Tableau I.** Détail de toutes les observations connues de Psammodrome algire, *Psammodromus algirus* dans le sud de la France à l'est du Rhône. Les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés décimaux WGS84. *Vrai* = validé par des photos, *à valider* = présomptions que l'identification soit correcte mais des preuves doivent être apportées, *douteux* = impossible de certifier la véracité de l'observation (trop ancienne, les souvenirs de l'observateur peuvent s'être effacés).

Table I. Detail of all known observations for Algerian sand lizard, *Psammodromus algirus* in the south of France, east of the Rhône river. The geographical coordinates are expressed in decimal degrees WGS84. *Vrai* (true) = confirmed by pictures, *à valider* (needs confirmation) = identification of the species may be correct but proof with pictures is required, *douteux* (dubious) = no proof available, observation too old.

| Date        | Département             | Com <sup>ne</sup>    | Lieu-dit     | Lat.         | Long.       | Alt. | Observ.                  | Valid <sup>tn</sup> |
|-------------|-------------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|------|--------------------------|---------------------|
| 1992        | Bouches-du-Rhône        | Saint-Martin-de-Crau | Peau de Meau | 43,56        | 4,83        | 10   | José Antonio MATEO-MIRAS | douteux             |
| 25/08 2009  | Alpes-de-Haute-Provence | Simiane-la-Rotonde   | La Lave      | 44,00 718    | 5,52 921    | 840  | Vincent MOURET           | vrai                |
| 25/08 2009  | Vaucluse                | Saint-Christol       | Maulicat     | 44,00 754    | 5,52 745    | 841  | Vincent MOURET           | vrai                |
| 26/04 2014  | Bouches-du-Rhône        | Barbentane           | Vou Longue   | 43,8917      | 4,7655      | 77   | Jean-Luc WILHELM         | à valider           |
| 27/04 2016  | Var                     | Vidauban             | Les Adrets   | 43,4263 7907 | 6,4493 3309 | 96   | Guillaume AUBIN          | vrai                |
| 27/04/ 2016 | Var                     | Vidauban             | Les Adrets   | 43,4285 4249 | 6,4460 7191 | 124  | Guillaume AUBIN          | vrai                |

À Vidauban, on peut vraisemblablement parler d'une population établie en raison de la distance qui sépare les deux individus observés et de l'aspect juvénile du premier qui traduit une probable reproduction sur le site. La présence de ce petit noyau isolé, aussi loin de sa limite de répartition, doit à ce stade être vue comme le résultat d'une introduction ponctuelle plutôt que d'une extension naturelle par des processus de dispersion/colonisation.

On sait ainsi que les importations de végétaux (plantes de cultures ou ornementales, tout particulièrement les énormes oliviers originaires d'Espagne importés en France par milliers depuis quelques années) peuvent être à l'origine d'introductions involontaires d'une faune opportuniste (Wittenberg 2006, Delaugerre & Holthof 2014, Santos *et al.* 2015). Généralement, l'implantation est sans lendemain en raison d'habitats non favorables ou d'individus isolés donc incapables de se reproduire. Toutefois celle-ci peut parfois être pérenne, notamment lorsqu'il s'agit d'un domaine biogéographique compatible avec les exigences de l'espèce introduite et des introductions régulières, ou ponctuelle mais en nombre d'individus suffisant pour assurer une reproduction et donc la pérennité de la nouvelle population. Dans le domaine méditerranéen français, le cas a déjà été documenté pour le Lézard sicilien, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) qui s'est implanté anciennement en Corse (à partir de deux souches distinctes), sur l'île du Château d'If au large

de Marseille (Bouches-du-Rhône) (Vacher & Geniez 2010), dans les ports de Toulon et de Hyères (Var) (Orsini 1984), dans la plaine du Gapeau (Var) (Bruekers 2004) ainsi qu'à Nice et Menton (Alpes-Maritimes) (CEN PACA 2016). C'est également le cas pour le Lézard catalan, récemment découvert en agglomération toulousaine, vraisemblablement introduit depuis l'Espagne avec des arbres et des plantes stockés dans une jardinerie (Geniez & Deso 2009)

L'observation d'un Psammodrome algire réalisée au niveau de la Montagnette à Barbantane reste surprenante malgré sa proximité avec les populations gardoises, d'autant plus que des prospections engagées en 2016 se sont révélées négatives (deux jours à deux observateurs, G. Deso & J. Renet comm. pers.) et que les milieux paraissent également assez peu favorables. Il existe en effet un linéaire d'environ 1 500 mètres d'habitats « hostiles » à franchir, comprenant entre autres un pont bétonné de 520 mètres et des voiries à fort trafic, depuis les habitats gardois d'Aramon et les premiers habitats favorables outre-Rhône.

À ce stade, il semble intéressant de poursuivre des investigations ciblées en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, notamment sur les deux sites de Vidauban et du plateau d'Albion ainsi qu'au niveau du petit massif de la Montagnette où a été observé l'individu de Barbantane. Il conviendrait de délimiter l'étendue des populations, si celles-ci sont avérées et de capturer des individus afin de permettre, au moins dans un premier temps, de définir à quelle lignée les populations correspondent.

Un état initial de ces populations (effectifs estimés et surface occupée) permettrait par la suite de suivre l'éventuel phénomène de colonisation. La cohabitation avec les espèces locales ne devrait *a priori* pas poser de problème puisque le Psammodrome algire est sympatrique en Languedoc-Roussillon avec d'autres espèces de lézards de préférences écologiques semblables (Psammodrome d'Edwards, Lézard vert occidental, Lézard des murailles, Lézard catalan, Lézard ocellé) sans qu'il ait été constaté d'impact sur ces espèces.

**Remerciements** – Nous tenons à remercier Marc Cheylan, Jean-Laurent Hentz, Jérémy Jalabert, José Antonio Mateo, Olivier Peyre et Jean-Luc Wilhelm pour nous avoir fait part de leurs observations personnelles, ainsi qu'Éric Durand, Grégory Deso et Julien Renet, pour leur relecture attentive et constructive du manuscrit.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beltra S. 2013 – Actualisation de la liste des amphibiens et reptiles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. *Nature de Provence. Revue du CEN PACA*, 2: 55-62.
- Bruekers J. 2004 – Nieuwe vindplaats van de Italiaanse muurhagedis (*Podarcis sicula sicula*) in Frankrijk (Hyères, Côte d'Azur). *Lacerta*, 61(6): 203-205.
- CEN PACA 2016 – *Dynamique d'inventaire des amphibiens et reptiles de PACA. Compte-rendu du 2<sup>e</sup> atelier, Alpes-Maritimes*. Conservatoire d'Espaces naturels Provence-Alpes-Côte d'Azur, 38 p.
- Delaugerre M.J & Holthof J. 2014 – The nursery trade: A stowaway gecko for a no return trip outside its natural range. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, 25(1): 63-66.
- ECO-MED 2009a – *Projet de parcs photovoltaïques sur trois communes en région PACA. Résultats des inventaires écologiques*. 30 p.
- ECO-MED 2009b – *Projet de parcs photovoltaïques sur trois secteurs de la commune de Simiane-la-Rotonde (04). Prédiagnostic écologique tardi-estival*. 129 p.

Geniez P. & Cheylan M. 2012 – *Les Amphibiens et les Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes. Atlas biogéographique*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, (collection Inventaires et biodiversité). 448 p.

Geniez P. & Deso P. 2009 – Découverte de *Podarcis liolepis liolepis* (Boulenger, 1905) (Reptilia : Squamata : Lacertidae) en agglomération toulousaine. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 129: 25-33.

Geniez P., Deso G., Jacob L., Thomas J.-P. & Issartel G. 2008 – Découverte de *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905) (Reptilia : Sauria : Lacertidae) en Provence, à l'est du Rhône (France). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 125: 33-39.

Lescure J. & de Massary J.-C. (coords). 2012 – *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (Collection Inventaires & biodiversité). 272 p.

Orsini P. 1984 – A propos du Lézard sicilien *Podarcis sicula* en Provence. *Bulletin du Centre de Recherches Ornithologiques de Provence*, 6: 8.

Santos X., Ayllón E., Arribas O., Bertolero A., Bosch J., Cabido C., Carranza S., Carretero M.A., Díaz-Paniagua C., Egea-Serrano A., Garin-Barrio I., Giménez A., Gosá A., Graciá E., Guicking D., Llorente G.A., Martínez-Solano I., Mateo J.A., Montori A., Palomar G., Perera A., Pinya S., Pretus J.L., Pujol-Buxó E., Rato C., Recuero E., Sanz-Azkue I., Silva-Rocha I., Vasconcelos R., Velo-Antón G., Vörös J. & Pleguezuelos J.M. (2015). Síntesis de las introducciones de anfibios y reptiles en España. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, 26: 98-108.

Vacher J.-P. & Geniez M. (coord.). 2010 – *Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 544 p.

Valdeón A., Perera A., Costa S., Sampaio F. & Carretero A. 2010 – Evidencia de una introducción de *Podarcis sicula* desde Italia a España asociada a una importación de olivos (*Olea europaea*). *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, 21: 122-126.

Wittenberg R. (éd.) 2006 – *Espèces exotiques en Suisse. Inventaire des espèces exotiques et des menaces qu'elles représentent pour la diversité biologique et l'économie en Suisse*. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 0629 :154 p.

*Manuscrit accepté le 1<sup>er</sup> juillet 2017*



←  
Habitat où a été observé le premier individu (juvénile) de *Psammodromus algirus* à Vidauban. Photo : G. Aubin.

*Habitat where the first (young) individual of *Psammodromus algirus* was observed on Vidauban. Picture: G. Aubin.*



Psammodrome algire, femelle de la sous-espèce *jeanneae*, *Psammodromus algirus jeanneae* Busack, Salvador & Lawson, 2006. France, département des Pyrénées-Orientales, route des crêtes, 5,1 km après Banyuls-sur-Mer en allant vers la Tour de Madeloc. 10 juillet 2013. Photo : Philippe Geniez / EPHE-CEFE.

*Algerian sand lizard, female of the subspecies jeanneae, Psammodromus algirus jeanneae Busack, Salvador & Lawson, 2006. France, department of "Pyrénées-Orientales", 5.1 km past Banyuls-sur-Mer towards Tour de Madeloc. July 10th 2013. Picture: Philippe Geniez / EPHE-CEFE.*



Psammodrome algire, mâle de la sous-espèce *manuelae*, *Psammodromus algirus manuelae* Busack, Salvador & Lawson, 2006. Espagne, province de Huelva, Marismas del Guadalquivir, lieu-dit Acebuche. 25 avril 2002. Photo : Philippe Geniez / EPHE-CEFE.

*Algerian sand lizard, male of the subspecies manuelae, Psammodromus algirus manuelae Busack, Salvador & Lawson, 2006. Spain, province of Huelva, Marismas del Guadalquivir, locality Acebuche. April 25th 2002. Picture: Philippe Geniez / EPHE-CEFE.*

**Première mention du serpent marin *Pelamis platura*  
(Linné, 1766) (Elapidae, Hydrophiinae)  
aux Comores (Mayotte)**

par

Ivan INEICH<sup>(1)</sup>, Charlotte COLLOD<sup>(2)</sup>, Fabien DARNE<sup>(3)</sup> & Mélanie HUTEAU<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> *Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités  
ISYEB (UMR 7205 MNHN/CNRS/UPMC/EPHE)  
Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (Reptiles)  
57 rue Cuvier, CP 30, F-75251 Paris  
ivan.ineich@mnhn.fr*

<sup>(2)</sup> *98 Cavani sud F-97600 Mamoudzou*

<sup>(3)</sup> *Groupe d'Étude de Biospéléologie  
Fédération Française de Spéléologie  
28 rue Delandine, F-69002 Lyon*

<sup>(4)</sup> *56 Cavani sud F-97600 Mamoudzou*

**Résumé** – Le serpent marin *Pelamis platura*, la Pélamide bicolore, n'a été que très peu signalé de la partie occidentale de l'océan Indien. Il est présent à Madagascar, à La Réunion, à l'Île Maurice et aux Seychelles. Nous signalons ici la première observation de cette espèce fortement venimeuse de Mayotte, un département français d'outre-mer de l'Archipel des Comores.

**Mots-clés** : Serpent marin, Hydrophiinae, *Pelamis platura*, *Hydrophis platurus*, Outre-mer français, Comores, Mayotte, océan Indien.

**Summary** – **First report of the sea snake *Pelamis platura* (Linné, 1766) (Elapidae, Hydrophiinae) from the Comoros (Mayotte Island).** The sea snake *Pelamis platura*, the Yellow-bellied sea snake, is not commonly observed in the western part of the Indian Ocean. It was reported from Madagascar, La Reunion, Mauritius and the Seychelles. We here present the first observation of that highly venomous species from Mayotte Island, a French oversea department from the Comoros Archipelago.

**Key-words**: Sea snake, Hydrophiinae, *Pelamis platura*, *Hydrophis platurus*, French oversea departments, Comoros, Mayotte Island, Indian Ocean.

## I. INTRODUCTION

La Pélamide bicolore, *Pelamis platura* (Linné, 1766), appartient à un groupe de serpents marins très venimeux dont la morphologie et la physiologie sont fortement modifiées pour leur permettre un affranchissement total du milieu terrestre. Riche de plus d'une soixantaine d'espèces, *P. platura* est la seule espèce à présenter un mode de vie totalement pélagique. Alors que toutes les autres espèces restent tributaires de la présence du plateau continental (profondeurs marines n'excédant généralement pas 100 m), la Pélamide bicolore se rencontre fréquemment en pleine mer très loin des côtes. La biologie de *P. platura* est originale car ce serpent se laisse souvent flotter passivement dans d'énormes couloirs engendrés par les courants marins transportant des débris organiques attirant de nombreux poissons dont il consomme surtout les larves (Cook & Brischoux 2014). Sa densité peut localement être importante dans ce type d'habitat, surtout à l'est de l'océan Pacifique.

Cette biologie originale, très largement soumise aux transports passifs au gré des courants, lui a permis d'occuper de vastes étendues marines (Ineich 1988). On le trouve en effet dans les zones tropicales et quelquefois subtropicales de l'océan Indien, du golfe Persique et de l'océan Pacifique. Il a occasionnellement été signalé en Californie, en Nouvelle-Zélande et près des côtes orientales de la Russie. Comme tous les serpents marins, il est absent de l'océan Atlantique et de la mer Méditerranée. Notons toutefois que la Pélamide bicolore a été observée dans les eaux du versant Caraïbes de la Colombie (Hernandez-Camacho *et al.* 2006) mais il ne s'agit sans doute que d'un individu isolé.

Ce reptile, en compagnie du serpent terrestre *Indotyphlops braminus*, est sans doute le serpent qui présente la plus vaste répartition mondiale. On l'observe assez fréquemment au large des côtes d'Amérique centrale (Mexique, Panama et Costa Rica par exemple) et dans les archipels océaniques, mais très peu d'observations concernent l'océan Indien, du moins dans sa partie occidentale. Ce serpent, très différent par sa morphologie et sa biologie des autres espèces de son groupe, a été particulièrement bien étudié au moment de la création du Canal de Panama car on craignait alors son arrivée via le Canal sur les côtes Atlantique d'Amérique du Nord et Centrale et des Caraïbes (Dunson 1971, Gilluly 1971).

On reconnaissait 16 genres au sein des serpents marins élapidés vivipares (Hydrophiini F. Boie, 1827). Sanders *et al.* (2013) montrent que le groupe *Aipysurus* Lacepède, 1804 est monophylétique avec une lignée oophage (consomme des œufs de poissons) basale ancienne et séparée. Un autre groupe est composé de trois genres monotypiques *Ephalophis* M.A. Smith, 1931, *Parahydrophis* Burger & Natsuno, 1974 et *Hydrelaps* Boulenger, 1896. Ils sont placés de façon robuste, dans leur phylogénie moléculaire, comme une lignée à divergence précoce qui donne naissance au groupe *Hydrophis*. Ces auteurs constatent plusieurs convergences morphologiques dans l'alimentation de toutes ces espèces et surtout l'apparition fréquente d'une tête minuscule qualifiée de microcéphale. Leur étude montre clairement que le genre le plus riche du groupe, *Hydrophis* Latreille *in* Sonnini & Latreille, 1801, est paraphylétique. Il inclue les genres *Pelamis* Daudin, 1803, *Enhydrina* Gray, 1849, *Astrotia* J.G. Fischer, 1855, *Thalassophina* M.A. Smith, 1926, *Acalyptophis* Boulenger, 1896, *Kerilia* Gray, 1849, *Lapemis* Gray, 1835 et *Disteira* Lacepède, 1804. Plutôt que de reconnaître de très nombreux genres monotypiques peu différenciés génétiquement car de toute évidence d'évolution récente, ces auteurs proposent de tous les regrouper dans le seul genre *Hydrophis*, sachant qu'ils partagent tous un ancêtre commun Hydrophiini qui n'est guère plus ancien que six millions d'années. La diversification de la majorité des lignées actuelles de ce groupe monophylétique est relativement récente, datant de 1,5 à 3 millions d'années pour les plus jeunes. Ils préconisent alors, pour différentes raisons dont des implications médicales évidentes, de n'utiliser que le genre *Hydrophis* pour désigner la

majorité des espèces de ce groupe de serpents. Suite à ces travaux *Pelamis platura* (*Pelamis* est du genre féminin) est souvent dénommé *Hydrophis platurus* (*Hydrophis* est du genre masculin). On trouve à présent dans la littérature scientifique la mention d'« *Hydrophis (Pelamis) platurus* » pour faire référence à l'ancien nom de ce serpent mais cette orthographe doit être proscrite car elle prête à confusion. En effet, écrit de la sorte cela signifie que l'espèce appartient au genre *Hydrophis* lui-même subdivisé en sous-genres dont *Pelamis*, ce qui est inexact. Les avis divergent encore quant à l'utilisation du seul genre *Hydrophis* pour toutes ces espèces ou la conservation des genres historiques pour plusieurs d'entre elles et nous préférons appliquer le genre *Pelamis* à ce serpent vraiment très différent des autres espèces par sa morphologie comme par sa biologie.

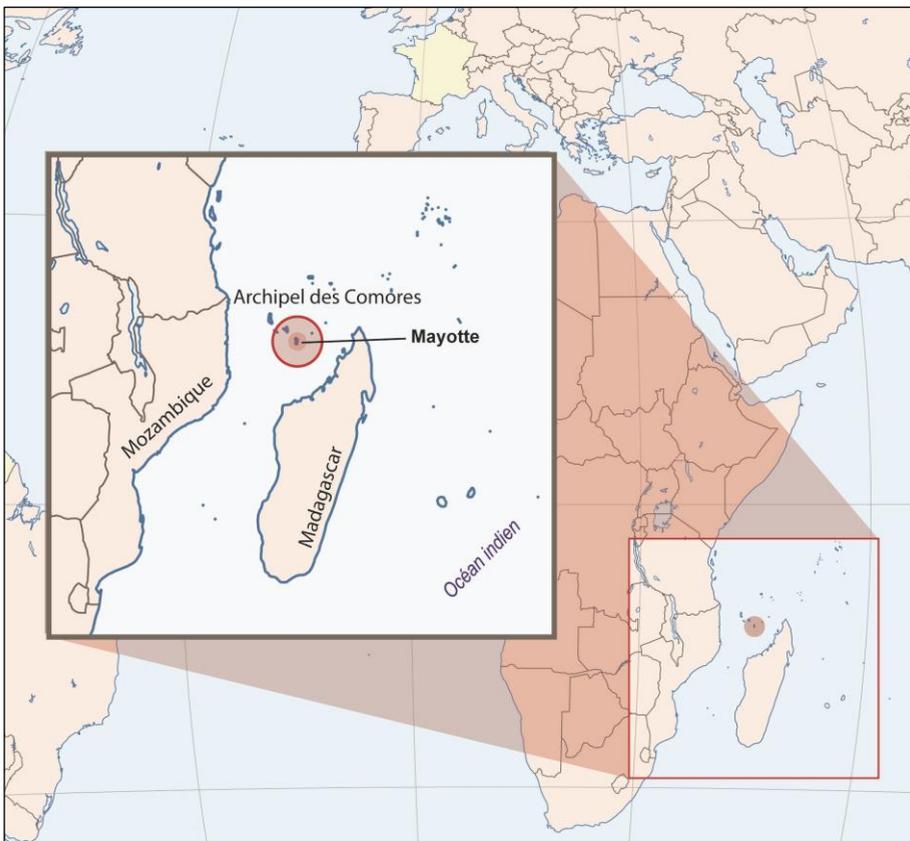
Dans sa célèbre monographie des serpents marins, M.A. Smith (1926) ne signale pas *E. schistosa* de Madagascar mais mentionne *P. platura* de l'océan Indien occidental dans les collections du British Museum de Londres par deux exemplaires de Madagascar, un des Seychelles et un autre d'Afrique du Sud (Port Elizabeth). Guibé (1958) énumère la présence de deux serpents marins à Madagascar, *Enhydrina schistosa* (*Hydrophis schistosa*) et *Pelamis platura*, mais sans préciser la source de ses informations. La mention d'*E. schistosa* de Madagascar tire son origine d'un spécimen déposé dans les collections du Muséum national d'Histoire naturelle (Paris) curieusement non mentionné par Smith qui avait pourtant examiné les collections de Paris. Ce spécimen unique (MNHN-RA 5705) a été donné par l'alsacien Auguste Lantz, un naturaliste d'abord préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle (Paris). À partir du 30 mai 1862, il s'occupe du développement du tout nouveau Muséum d'Histoire naturelle de la Réunion inauguré en 1855 et de ses premières collections qu'il accumule de 1863 à 1893 alors qu'il en est le conservateur. Une fois à La Réunion, Lantz voyage à Madagascar et participe, en 1865, à l'expédition d'Alfred Grandidier. Il y retournera plusieurs fois par la suite (par exemple en 1867 pour explorer l'île de Nosy Be).

Halstead (1970) indique quelques points de répartition de *P. platura* sur la carte qui constitue sa planche XXXVI. Parmi ces points on note Madagascar, les Seychelles et une localité en Somalie ou au nord du Kenya pour l'océan Indien occidental, en plus de deux localités à l'extrême sud de l'Afrique du Sud. Probst (1999) et Ciccione (2000) publient la première observation de *P. platura* à La Réunion (voir aussi UICN France *et al.* 2013). Il s'agissait d'un spécimen capturé accidentellement le 24 avril 1999 par un pêcheur à la ligne de Saint-Paul. Un autre spécimen a été observé (mais non préservé) dans les bassins de l'association Kéloni. Ce spécimen a été happé par les pompes qui prélevaient au large de l'eau de mer injectée dans les bassins (S. Ribes, comm. pers., février 2017). Cole (2005) signale le premier exemplaire de ce serpent autour de l'Île Maurice, un individu échoué observé sur l'Île Plate (Flat Island) en septembre 2003. Un second exemplaire a été trouvé échoué sur une plage à Blue Bay (sud-est de l'île principale) le 2 août 2017 (<https://www.lexpress.mu/article/313476/blue-bay-un-serpent-mer-venimeux-retrouve-sur-plage>). Frétey et Dewynter (2016) considèrent l'espèce comme potentiellement présente à Rodrigues tout en précisant qu'elle n'est que rarement observée à l'Île Maurice (Owadally & Lambert 1988). Gerlach (1999) signale ce serpent marin des Seychelles (île de Mahé et sans doute île de Poivre ; observé en janvier 1998) comme l'avait fait Smith dès 1926, puis plus tard Moenner (1990) en étudiant un cas d'envenimation grave. Un spécimen originaire de l'île de Tromelin (Îles Éparses de l'océan Indien ; 450 km à l'est de Madagascar et 535 km au nord de La Réunion), collecté en 1996 par le personnel de Météo France, est conservé dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle de La Réunion (MHN RU Rept. - 329). C'est le seul exemplaire de l'espèce détenu par cet établissement, qui ne possède pas non plus *Hydrophis schistosus* (autrefois *Enhydrina schistosa*) dans ses collections.

Nous n'avons trouvé aucune mention de *P. platura* de l'archipel des Comores dans la littérature (Hawlitschek 2008). De la même façon les collections de reptiles du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN-RA) ne renferment aucun exemplaire de l'espèce originaire de l'océan Indien occidental (Madagascar, Comores, La Réunion, Seychelles) parmi ses 77 spécimens. Nous avons par conséquent jugé utile de signaler cette première observation de l'espèce faite à Mayotte.

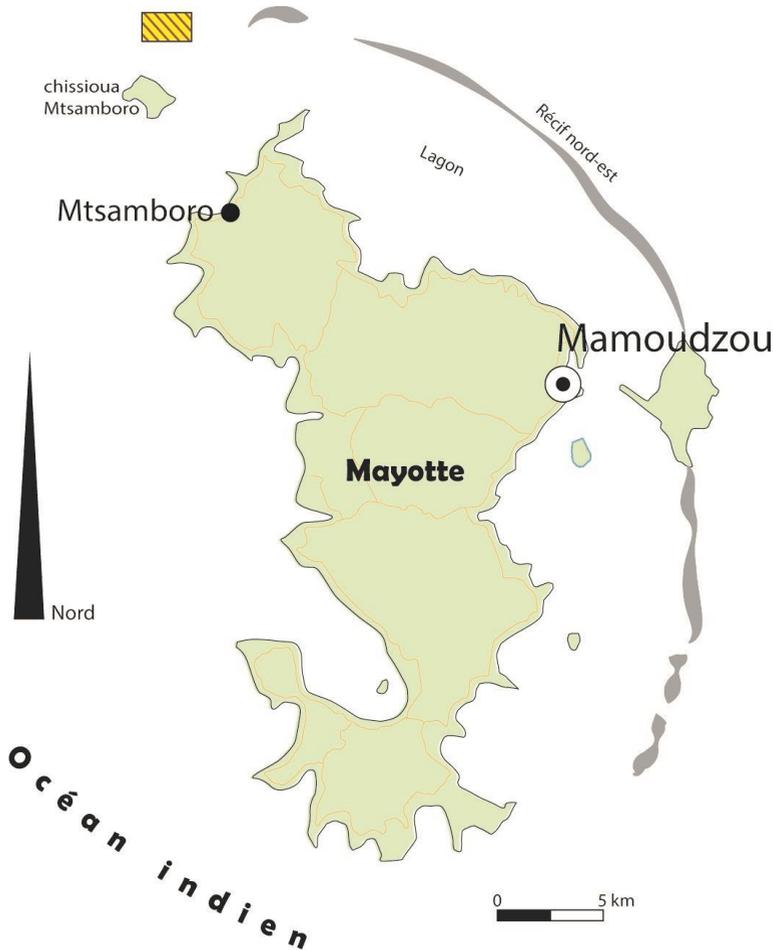
## II. RÉSULTATS

*Pelamis platura* a été observé et photographié au nord de l'Île de Mayotte le 30 septembre 2016 vers 14 h 30 au large de chissioua Mtsamboro (Figs 1, 2). Le nom de cet îlot en shimaore (langue parlée à Mayotte) étant chissioua Mtsamboro (chissioua signifiant îlot), nous avons privilégié cette dénomination. Les coordonnées du site d'observation, localisé à environ 3 km au nord de chissioua Mtsamboro et 9 km de la ville de Mtsamboro sur l'île de Mayotte (Grande Terre), sont 12°36'50,00"S / 45° 1'50,00"E. Il s'agit d'un secteur en dehors du lagon car à cet endroit le récif corallien est totalement absent.



**Figure 1 :** Carte indiquant la localisation de l'Archipel des Comores et de Mayotte au sein de cet archipel de l'océan Indien. Infographie : Fabien Darne, d'après une carte Wikipédia Commons. Licence CC BY-SA 3.0.

Figure 1: Map showing the localization of the Comoros Archipelago and Mayotte Island in that Indian Ocean archipelago. Infography: Fabien Darne, from Wikipedia Commons map. Licence CC BY-SA 3.0.



**Figure 2 :** Carte de l'île de Mayotte (Archipel des Comores) indiquant chissioua Mtsamboro et la localisation de l'observation du serpent marin *Pelamis platura* au nord de l'île (zone hachurée). Infographie : F. Darne d'après un fond cartographique IGN 2016 – licence ouverte.

Figure 2: Map of Mayotte Island (Comoros Archipelago) indicating chissioua Mtsamboro and the geographical localization of the sea snake *Pelamis platura* observation in the north of the island (hatched area). Infography: F. Darne from a map IGN 2016 – open licence.

Le serpent nageait en surface à proximité d'un groupe de dauphins de l'espèce *Peponocephala electra* (Gray, 1846). Une vidéo a été réalisée par en-dessous, ce qui permet de voir les mouvements de nage du serpent – elle est disponible sur le site < [http://atlk.free.fr/telechargements/pelamis\\_platura\\_mayotte\\_sept2016.MP4](http://atlk.free.fr/telechargements/pelamis_platura_mayotte_sept2016.MP4) >. Le bateau se déplaçait en direction des dauphins et le serpent s'est retrouvé entre le bateau et le groupe. Le reptile a pu être observé durant environ 15 minutes de façon interrompue du fait de sa disparition momentanée à plusieurs reprises. L'une d'entre nous (MH) a pu en faire quelques photographies dorsales alors qu'il nageait (Fig. 3).



**Figure 3 :** Vue dorso-latérale du serpent marin *Pelamis platura* observé au large de l'île de Mayotte (Comores) en septembre 2016. Photo : Mélanie Huteau.

Figure 3: Dorso-lateral view of the sea snake *Pelamis platura* observed off Mayotte Island (Comoros Archipelago) in September 2016. Picture: Mélanie Huteau.

### III. DISCUSSION ET CONCLUSION

Notons la fréquente association entre des dauphins et *P. platura*, observée en Polynésie française (Ineich & Loyer 1998) tout comme au large des côtes mexicaines (Durso *et al.* 2015) et cette fois encore aux Comores dans l'océan Indien. Les dauphins concernés appartiennent à des espèces différentes, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en Polynésie et au Mexique, ici *Peponocephala electra* (Fig. 4). La cause de cette association fréquente dauphin-serpent n'est pas connue mais pourrait être liée à la présence de proies communes ou encore de conditions thermiques particulières comme par exemple des courants chauds.



←

**Figure 4 :** *Peponocephala electra* autour de Mayotte. Photo : Charlotte Collod.

Figure 4: *Peponocephala electra* in the waters around Mayotte. Picture: Charlotte Collod.

À Mayotte, *Peponocephala electra* (le péponocéphale) fréquente les eaux de la pente externe du récif barrière sur des profondeurs d'environ 400 m durant la journée, mais il peut s'aventurer très près du récif (parfois à 20 m de profondeur). Son régime alimentaire est peu étudié mais semble se composer essentiellement de céphalopodes et de poissons mésopélagiques chassés la nuit lorsque ces proies remontent à la surface (Pusineri & Kiszka 2016). Aucune interaction de ce dauphin avec les serpents marins n'est répertoriée.

Par ailleurs, l'observation de *Pelamis platura* à Mayotte pose également un problème de santé publique, surtout vis-à-vis de la communauté des pêcheurs et des plaisanciers. Il s'agit en effet d'une espèce hautement venimeuse pouvant occasionner des envenimations très graves voire fatales (Pickwell *et al.* 1972, Shipman & Pickwell 1973, Minton 1983, Mori *et al.* 1989, Moenner 1990, Solorzano 1995). Ce serpent est pélagique mais peut toutefois se retrouver échoué sur les plages lors des périodes de fortes intempéries. Une éducation par le biais d'une communication claire et raisonnée permettra d'informer les personnes susceptibles de contacter cet animal sur sa biologie, son danger s'il est manipulé, son utilité dans l'écosystème et la nécessité de sa protection. C'est une espèce très facile à voir et à identifier du fait de sa coloration très visible (dos noir et flancs jaunâtres) et de sa queue caractéristique zébrée de noir et de jaune. Ce serpent ne devrait poser aucun problème une fois connu des personnes susceptibles de le rencontrer, à condition toutefois de ne pas tenter de le manipuler.

**Remerciements** – Les auteurs remercient Justin Gerlach (Seychelles), Patrick Haffner (SNPN, MNHN), Sonia Ribes et Grégory Cazanove (Muséum d'Histoire naturelle de La Réunion) et Mickaël Sanchez (Nature Océan Indien) pour leurs informations utiles à la rédaction de ce travail. Leurs remerciements s'adressent également à François Brischoux pour sa relecture du texte.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ciccione S. 2000 – Un serpent marin découvert à l'île de La Réunion. *Bull. Phaeton*, 11: 51.
- Cole N.C. 2005 – *The ecological impact of the invasive house gecko Hemidactylus frenatus upon endemic Mauritian geckos*. PhD Thesis, University of Bristol, School of Biological Sciences, UK. i-xiii + 208 p.
- Cook T.R. & Brischoux F. 2014 – Why does the only 'planktonic tetrapod' dive? Determinants of diving behaviour in a marine ectotherm. *Anim. Behav.*, 98: 113-123.
- Dunson W.A. 1971 – The sea snakes are coming. *Natural History*, 80(9): 52-61.
- Durso A.M., Rodriguez M.E. & Lugo E. 2015 – Natural History Notes. *Hydrophis* (= *Pelamis*) *platura* (Yellow-bellied Seasnake). Interaction with dolphins. *Herpet. Rev.*, 46(1): 104.
- Frétey T. & Dewynter M. 2016 – Les Reptiles de Rodrigues : clé d'identification illustrée. *Les cahiers de la fondation Biotope*, 5: 1-23.
- Gerlach J. 1999 – Notes on some Seychelles Reptiles. *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 67: 53-60.
- Gilluly R.H. 1971 – Consequences of a sea-level canal: a new study of sea snakes reinforces ecologists' concerns about the proposed canal. *Sci. News*, 99(3): 52-53.
- Halstead B.W. 1970 – Poisonous and venomous marine animals of the world, vol. three, Vertebrates *continued*. Pp. 626-755. United States Government Printing Office, Washington D.C., USA.

- Hernandez-Camacho J.I., Alvarez-Leon R. & Renjifo-Rey J.M. 2006 ("2005") – Pelagic sea snake *Pelamis platurus* (Linnaeus, 1766) (Reptilia: Serpentes: Hydrophiidae) is found on the Caribbean Coast of Colombia. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.*, 164: 143-152 (il existe une version de cet article paginée 7-16 – URL : <https://www.researchgate.net/publication/285668517>).
- Ineich I. 1988 –Le serpent marin *Pelamis platurus* (Elapidae, Hydrophiinae) : bilan des connaissances sur sa biologie et sa distribution ; situation en Polynésie orientale. *L'Année Biologique*, 4<sup>e</sup> sér., 27(2): 93-117.
- Ineich I. & Loyer B. 1998 – Une interaction non alimentaire entre un groupe de dauphins et un serpent marin en Polynésie française. *Bull. Soc. Ét. Océan.*, 276: 86.
- Minton S.A. 1983 – Lethal toxicity of venoms of snakes from the Coral Sea. *Toxicon*, 21(6): 901-902.
- Moenner A. 1990 – *L'envenimation par les serpents Elapidae : biologie, écologie, répartition, importance médicale avec étude d'un cas de morsure par Pelamis platurus (Linné, 1766) (Hydrophiinae)*. Thèse de Doctorat en Médecine, Université de Rennes, U.F.R. Médicales et Pharmaceutiques.
- Mori N., Ishizaki H. & Tu A.T. 1989 – Isolation and Characterization of *Pelamis platurus* (Yellow-bellied Sea Snake) Postsynaptic Isoneurotoxin. *J. Pharm. Pharmacol.*, 41: 331-334.
- Owadally A.W. & Lambert M. 1988 – Herpetology in Mauritius – a history of extinction, future hope for conservation. *Herpet. J.*, 23: 11-20.
- Pickwell G.V., Vick J.A., Shipman W.H. & Grenan M.M. 1972 – Production, toxicity and preliminary pharmacology of venom from the sea snake, *Pelamis platurus*. *Mar. Technol. Soc. Food-Drugs Sea Proc.*, 1972: 247-265.
- Probst J.-M. 1999 – Guide préliminaire des reptiles sédentaires de l'île de La Réunion et des îles éparses avec une liste des espèces migratrices et erratiques répertoriées depuis dix ans. *Bulletin Phaethon*, 10: 60-94.
- Pusineri C. & Kiszka J. 2016 – *Peponocephala electra* (Gray 1846). Péponocéphale. Pp. 316-319 in Savouré-Soubelet A., Aulagnier S., Haffner P., Moutou F., Van Canneyt O., Charrassin J.-B. & Ridoux V. (coord.). *Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins*. MNHN, Paris ; IRD, Marseille (Patrimoines naturels ; 74).
- Sanders K.L., Lee M.S.Y., Mumpuni, Bertozzi T. & Rasmussen A.R. 2013 – Multilocus phylogeny and recent rapid radiation of the viviparous sea snakes (Elapidae: Hydrophiinae). *Mol. Phyl. Evol.*, 66: 375-391.
- Shipman W.H. & Pickwell G.V. 1973 – Venom of the yellow-bellied sea snake (*Pelamis platurus*): some physical and chemical properties. *Toxicon*, 11: 375-377.
- Smith M.A. 1926 – *Monograph of the sea snakes (Hydrophiidae)*. British Museum of Natural History. Printed by order of the trustees of the British Museum, Taylor and Francis, London. i-xvii + 1 p. non numérotée (index) + 130 p. + 2 pls.
- Solorzano A. 1995 – A case of human bite by the pelagic sea snake *Pelamis platurus* (Serpentes: Hydrophiidae). *Rev. Biol. Trop.*, 43(1-3): 321-322.
- UICN France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE & Kelonia (2013) – *La Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion*. Paris, France. 23 p.

*Manuscrit accepté le 31 mai 2017*

## New localities of *Tylototriton shanjing* Nussbaum, Brodie & Yang 1995 at its southern limit of distribution in Yunnan province, China

by

Axel HERNANDEZ<sup>(1)</sup> & Mian HOU<sup>(2)</sup>

(1) Department of Environmental Sciences, Faculty of Sciences and Technics, University Pasquale Paoli of Corsica, F- 20250 Corte  
hernandez.axel.1989@gmail.com

(2) College of Continuing Education, Sichuan Normal University,  
Chengdu, Sichuan, 610068, China

**Résumé – Nouvelles localités de *Tylototriton shanjing* à la limite méridionale de sa distribution dans la province du Yunnan, Chine.** L'espèce a été découverte à Kaiyuan dans la préfecture autonome hani et yi de Honghe, au sud-est de la province du Yunnan en Chine à 2 114 m d'altitude. Une autre localité a été répertoriée à Menghai dans la préfecture autonome dai de Xishuangbanna au sud du Yunnan en Chine à 1 642 m d'altitude. Kaiyuan représente la localité la plus orientale de l'espèce. Menghai constitue la limite extrême sud-est de sa distribution.

The Mandarin crocodile newt, *Tylototriton shanjing* Nussbaum, Brodie & Yang 1995 occurs from 950 to 2,500 m above sea level, near water points in mosaic mountain landscapes made up of dense primary and secondary forests and open areas containing tea plantation and rice paddies (Fei *et al.* 2012, Raffaëlli 2013, Hernandez 2016). *T. shanjing* is an endemic species constituted of three major groups distributed from central western Yunnan Province:

- A first group including the type locality Dingpa in Jingdong county up to Longling in the west, Wubulu in the east, and Dayao in the north.
- A second group found at high elevations in the northern mountain ranges of Yunnan Province from Dali to Lijiang-Peiliang, and
- a third group in the extreme south of Yunnan Province, from Xishuangbanna to Mojiang-Jianshui.

The first group lives in parapatry with *T. verrucosus* in the Momien and Nantin valleys along the Gaoligongshan range and the third group occurs in parapatry with *T. pulcherrimus* in the Wubulu/Zhangba area (Hou *et al.* 2012, Yu *et al.* 2013, Hernandez 2016).

We report here a new record for this species discovered during field work (21 July 2015) at Kaiyuan, Honghe Hani and Yi autonomous prefecture, southeastern Yunnan province, China (23°42'23.18"N, 103°22'26.87"E) located 2,114 m above sea level. One adult male (Fig. 1) was found under rocks in canal irrigation for tomatoes plantation. This locality represents the southeasternmost locality known for the species located at approximately 45 km from Gejiu, the type locality of *Tylototriton yangi*.

Another new locality was discovered on 28 July 2015 in Menghai, Xishuangbanna Dai autonomous prefecture, southern Yunnan province, China (21°47'22.53"N, 100°27'45.35"E) at 1,642 m above sea level. In this locality, one adult female was found in mixed deciduous forest bordered by tea plantation (Fig. 2). Air temperature recorded during the daytime was

27.8 °C, that of the water 23.5 °C, and humidity 78 %. This population is the southernmost known locality in China.



**Figure 1 :** Adult male of *Tylototriton shanjing* found under rocks in an irrigation canal in a tomatoes plantation on 21 July 2015 at Kaiyuan, Honghe Hani and Yi autonomous prefecture, southeastern Yunnan province, China. Picture: Axel Hernandez.

Figure 1 : Mâle adulte de *Tylototriton shanjing* découvert sous des pierres dans le canal d'irrigation d'un champ de tomates le 21 juillet 2014 à Kaiyuan, préfecture autonome hani et yi de Honghe, au sud-est de la province du Yunnan. Photo : Axel Hernandez



**Figure 2 :** Adult female of *Tylototriton shanjing* found in mixed deciduous forest bordered with tea plantation on 28 July 2015 at Menghai, Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture, southern Yunnan province, China. Picture: Axel Hernandez.

Figure 2 : Femelle adulte de *Tylototriton shanjing* trouvée dans une forêt décidue mixte bordée de plantations de thé le 28 juillet 2015 à Menghai, préfecture autonome dai du Xishuangbanna, sud de la province du Yunnan, Chine. Photo : Axel Hernandez.

Moreover, these two new records are threatened with extinction by anthropogenic pressure including pollution and habitat destruction. Tea plantation and intensive tomatoes culture were found in each locality with chemical fertilisers.

Thus, populations distributed along the Gaoligongshan range including Momien and Nantin and populations from the Wubulu/Zhangba area need detailed genetic analyses to clarify their delimitation and taxonomic statuses. Until such information becomes available, it is suggested that only localities where typical *T. verrucosus* occur are regarded as harboring this species: in the southwestern parts of the range in Longchuan county including Husa (Hotha) and Gongwa townships, Dehong prefecture, Yunnan province, China, and probably neighboring portions of Myanmar. Consequently, *T. shanjing* is now regarded as a species complex in the supraspecies *verrucosus* and could harbor cryptic species (Hernandez 2016).

**Acknowledgements** – I want to express my particular thanks to Jérôme Maran for his guidance. I also thank Jean Raffaëlli, David Wake, Liang Fei, Changyuan Ye, Jianping Jiang, Zhiyong Yuan, Yunke Wu, Feng Xie and the Chengdu Institute of Biology.

#### BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Fei L., Ye C. Y. & Jiang J. P. 2012 – *Colored Atlas of Chinese amphibians and their distributions*. Sichuan Publishing House of Science and Technology. 640 p.
- Fei L. & Ye C. 2016 – *Amphibians of China*. Science Press Beijing. Volume 1. 1040 p.
- Hernandez A. 2016 – *Crocodile Newts, The Primitive Salamandridae from Asia (Genera Echinotriton and Tylototriton)*. Edition Chimaira. 415 p.
- Hou M., Li P.P. & Lü S.Q. 2012 – Morphological research development of genus *Tylototriton* and primary confirmation of the status of four cryptic populations. *Journal of Huangshan University*, 14: 61-65.
- Raffaëlli J. 2013 – *Les Urodèles du monde*. Edition Penclen. 480 p.
- Yu G.H., Zhang M.W., Rao D.Q. & Yang J.X. 2013 – Effect of pleistocene climatic oscillations on the phylogeography and demography of red knobby newt (*Tylototriton shanjing*) from southwestern China. *PloS ONE*, 8(2): e56066.

## Trifurcation caudale chez le lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Squamata : Lacertidae)

par

Arnaud BADIANE

Department of Biological Sciences, Macquarie University, NSW 2109, Sydney, Australia.  
arnaud.badiane@gmail.com

**Abstract – Caudal trifurcation in the common wall lizard *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Squamata: Lacertidae).** Caudal autotomy is a process usually used by numerous lizards to escape from predators. During the regeneration, morphological anomalies can appear such as the polyfurcation of the tail. Here, we report here the presence of a tail trifurcation in a Croatian *Podarcis muralis*.



Le lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) est un petit lacertidé distribué à travers l'Europe qui, comme la majorité des lézards, utilise l'autotomie caudale comme stratégie pour échapper aux prédateurs (Bateman & Flemming 2009). Or, durant le processus de régénération suivant l'autotomie caudale, certaines anomalies morphologiques peuvent apparaître, telles que la bi-, tri-, ou polyfurcation de la queue (Pelegrin & Leão 2016). Ces anomalies peuvent aussi être le fruit de blessures à la queue n'ayant pas suffi à provoquer le détachement de celle-ci, mais étant suffisamment importantes pour que le processus de régénération se mette en place, pouvant alors produire des ramifications (Lynn 1950).

←

**Figure 1 :** Photographie d'un lézard des murailles mâle présentant une trifurcation caudale. Photo : A. Badiane.

Figure 1: Picture of a male common wall lizard presenting a caudal trifurcation. Picture: A. Badiane.

Bien que la bifurcation caudale soit assez courante chez plusieurs taxons de lézards (Ananjeva & Danov 1991, Conzendei *et al.* 2013, Cordes & Walker 2013) dont les lacertidés (Tamar *et al.* 2013, Dudek & Ekner-Grzyb 2014), la trifurcation, quant à elle, semble plus

rare aussi bien chez les lacertidés (Koleska & Jablonski 2015) que chez d'autres groupes de lézards (Pheasey *et al.* 2014, Baxter-Gilbert & Riley 2015).

Je rapporte ici la présence d'une trifurcation caudale (queue à trois pointes) chez *P. muralis* (Fig. 1). Il s'agit d'un mâle adulte capturé sur la commune de Cres, sur l'île de Cres en Croatie lors d'une semaine d'échantillonnage en avril 2016. Une première bifurcation apparaît à la base de la queue, à environ un centimètre du cloaque, puis une seconde bifurcation se produit à environ un centimètre de la pointe de l'une des deux ramifications caudales.

**Remerciements** – Je remercie Zoran Tadic et les autorités Croates pour m'avoir délivré un permis d'échantillonnage. Je suis financé par une bourse doctorale iMQRES de Macquarie University.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ananjeva N. & Danov A. 1991 – A rare case of bifurcated caudal regeneration in the Caucasian agama, *Stellio caucasicus*. *Amphibia-Reptilia*, 12: 343-349.
- Bateman P.W. & Fleming P.A. 2009 – To cut a long tail short: a review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *J. Zool.*, 277(1): 1-14.
- Baxter-Gilbert J. & Riley J.L. 2015 – *Intellegama lesueurii lesueurii* (eastern water dragon). Trifid tail. *Herpetol. Rev.*, 46(3): 433-434
- Conzendey P., Campos S.P.S., Lanna F.M., De Amorim J.D.C.G. & De Sousa, B.M. 2013 – *Ophiodes striatus* (Striped Worm Lizard). Bifurcated tail. *Herpetol. Rev.*, 44(1): 145-146.
- Cordes J.E. & Walker J.M. 2013 – *Aspidoscelis velox* (Plateau Striped Whiptail). Bifurcation. *Herpetol. Rev.*, 44(2): 319.
- Dudek K. & Ekner-Grzyb A. 2014 – Field observation of two-tailed sand lizard *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 and a common lizard *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) in Poland. *Natura Sloveniae*, 16(1): 65–66.
- Koleska D. & Jablonski D. 2015 – Tail trifurcation recorded in *Algyroides nigropunctatus* (Duméril & Bibron, 1839). *Ecologica Montenegrina*, 3: 26-28.
- Lynn W.G. 1950 – A case of duplication of the tail in *Plethodon*. *Herpetologica*, 6: 81–84.
- Pelegrin N. & Leão S.M. 2016 – Injured *Salvator merianae* (Teiidae) regenerates six tails in central Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 30.
- Pheasey H., Smith P., Brouard J.P. & Atkinson K. 2014 – *Vanzosaura rubricauda* (Red-tailed *Vanzosaur*). Bifurcation and trifurcation. *Herpetol. Rev.*, 45(1): 138-139.
- Tamar K., Maza E. & Meiri S. 2013 – *Ophisops elegans* (Snake-Eyed Lizard). Bifurcation. *Herpetol. Rev.*, 44(1): 146.

**Records de taille chez la couleuvre vipérine**  
***Natrix maura* (Linnaeus, 1758) en France.**  
**Une nouvelle mention dans les Alpes-de-Haute-Provence (04)**

par

Grégory DESO

AHPAM « Association herpétologique de Provence Alpes Méditerranée »

F-84100 Orange

Ahpam.contact@gmail.com

**Abstract – Length records for the viperine water snake, *Natrix maura* (Linnaeus, 1758), in France. New record in the department of Alpes-de-Haute-Provence.** One specimen of *Natrix maura* of 90 cm long was found in the French department of Alpes-de-Haute-Provence (04).

Au vu des nombreuses nuisances que subissent les ophidiens en France, il est aujourd'hui admis que les grands et vieux serpents deviennent de plus en plus rares. C'est aussi le constat qui a été mis en avant dans les résultats des réflexions du groupe de travail pour la mise en place de la liste rouge de la région Provence-Alpes Côte d'Azur (Marchand *et al.* 2017). Aujourd'hui la présence de grands individus doit être notée avec homologation photographique.

Chez *Natrix maura* des mentions d'individus atteignant et dépassant les 80 cm ont d'ores et déjà été relevées dans la littérature. Même si la mesure des serpents est imprécise (qu'ils soient actifs ou inertes) (Cundall *et al.* 2016) il est aujourd'hui important de signaler les tailles relatives des grands individus et de les accompagner de documents photographiques présentant une échelle. Santos et Vacher (2010) donnent une limite de 64 cm pour les mâles et signalent qu'en Suisse les individus femelles dépassent fréquemment les 90 cm ; un individu de 93 cm a même été recensé. Ils signalent aussi un individu de 74 cm vers Toulouse. Une femelle de 74 cm, c'est aussi le record signalé par Naulleau (1987) qui donne, lui, des limites à 85 cm pour les mâles et 95 pour les femelles. Geniez et Cheylan (2012) relèvent au travers de la bibliographie deux tailles record dont une de 94 cm en Lozère et une de 96 cm en Provence. Pour l'Espagne, Curt et Galán (1982) écrivent que les mâles font généralement moins de 50 cm et que les femelles peuvent atteindre 70 cm et exceptionnellement jusqu'à un mètre !

Le six juin 2017, lors d'une étude de l'association herpétologique de Provence-Alpes-Méditerranée (AHPAM) pour le compte du Parc Naturel Régional du Verdon le long du Colostre, sur la commune de Saint-Martin-de-Brômes (04), une femelle d'au moins 90 cm (difficile de tenir le mètre et le serpent et de faire la photo lorsqu'on est seul) a pu être mesurée (Figs 1, 2). La publication de cette donnée permet ici d'archiver une taille importante supplémentaire au sein des tailles record relevées dans la distribution française de l'espèce.



**Figures 1 :** *Natrix maura* femelle adulte d'au moins 90 cm. Vue d'ensemble et gros plan. Saint-Martin-de-Brômes (04). Photos : G. Deso.

Figures 1: *Natrix maura* adult female of at least 90 cm. Overview and close-up. Saint-Martin-de-Brômes. Pictures: G. Deso.



**Figure 2 :** *Natrix maura* femelle adulte d'au moins 90 cm. Saint-Martin-de-Brômes (04). Photo : G. Deso.

Figure 2: *Natrix maura* adult female of at least 90 cm. Saint-Martin-de-Brômes. Picture : G. Deso.

**Remerciements** – Je tiens à remercier Monsieur Claude Pierre Guillaume pour sa relecture avisée qui a permis d'améliorer la qualité du tapuscrit. Un grand merci également à Julien Renet pour ses commentaires et apports constructifs. Je tiens aussi à remercier Jean Laurent Hentz et Philippe Baldi pour leurs commentaires et encouragements pour ces recherches.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cundall D., Duffel A., MacGregor G., Pattishall A. & Richter M. 2016 – Effects of Size, Condition, Measurer, and Time on Measurements of Snakes. *Herpetologica*, 72(3): 227-234

Curt J. & Galán P. 1982 – *Esos anfibios y reptiles gallegos*. Marín, Vigo (coll. Galicia viva). 166 p.

Geniez Ph. & Cheylan M. 2012 – *Les Amphibiens et Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes. Atlas biogéographique*, Biotope éditions, Mèze ; Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. (Collection Inventaires et biodiversité), 448 p.

Marchand M., Roy C., Renet J. Delauge J., Meyer D., Hayot C & collaborateurs – 2017. Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Disponible sur Internet, URL :

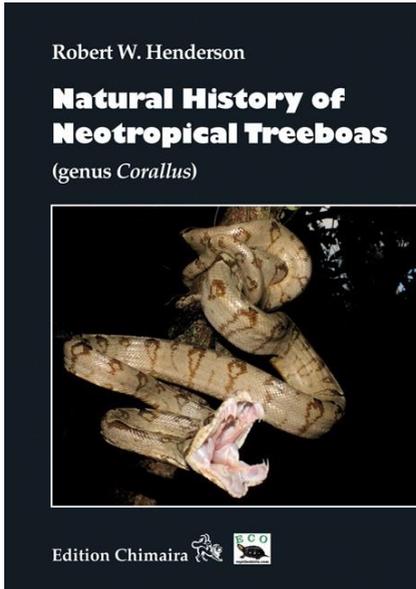
< [http://www.observatoire-eau-paca.org/files/20170721\\_20170711CENPACA\\_ListeRouge\\_AMPHIBIENSdef.pdf](http://www.observatoire-eau-paca.org/files/20170721_20170711CENPACA_ListeRouge_AMPHIBIENSdef.pdf) > DREAL PACA et région PACA éd.

Nauveau G. 1987 – Les serpents de France. *Rev. Fr. aquariol. herpetol.*, fasc 3 & 4, 2<sup>e</sup> éd. : 1-55.

Santos X. & Vacher J.-P. 2010 – La Couleuvre vipérine. Pp. 456-463 in Vacher J.-P. & Geniez M. (coords.) *Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. (Collection Inventaires et Biodiversité). 544 p.

– Analyse d’ouvrage –

**Natural History of Neotropical Treeboas (genus *Corallus*)**, par Robert W. Henderson. 2015 – Edition Chimaira ([www.chimaira.de](http://www.chimaira.de)), Frankfurt am Main, Allemagne. 338 pages. ISBN 978-3-89973-438-6. Prix : 68 euros.



Ce livre est consacré à l’ensemble des neuf espèces de boïdés du genre *Corallus* Daudin, 1803 : *Corallus annulatus* (Cope, 1875), *C. batesii* (Gray, 1860), *C. blombergii* (Rendahl & Vestergren, 1941), *C. caninus* (Linnaeus, 1758), *C. cooki* Gray, 1842, *C. cropanii* (Hoge, 1953), *C. grenadensis* (Barbour, 1914), *C. hortulanus* (Linnaeus, 1758) et *C. ruschenbergii* (Cope, 1875). Le genre renferme des serpents arboricoles dont l’aire de répartition s’étend du Guatemala, au nord de l’Amérique centrale, jusqu’au sud-est du Brésil (incluant le département français de la Guyane) en Amérique du Sud. Deux espèces sont présentes sur certaines îles des Antilles. L’histoire évolutive de ce genre d’origine sud-américaine est relativement récente (49 millions d’années). Il comprend certaines espèces assez communes bien que localisées, comme *C. grenadensis*, et d’autres plus largement réparties, comme *C. hortulanus*

[l’ancien *Corallus enydris* ; voir plus bas], mais également des espèces rares et peu connues comme *C. cropanii*, endémique d’une petite région autour de São Paulo au Brésil. Ces serpents sont très recherchés par les terrariophiles du fait de leur grande beauté liée aussi bien à leur arboricolie prononcée et leur morphologie longiligne qu’à leur coloration très variable et souvent remarquablement différente entre juvéniles et adultes.

Le livre fait suite à un ouvrage du même auteur (Henderson 2002) qui ne concernait que les espèces du complexe *C. hortulanus*. Dans l’analyse qu’il en fait, Pizzatto (2017) prétend qu’il n’était pas vraiment indispensable après celui de 2002. Il écrit n’avoir compté que 36 articles depuis 2002 contenant le terme *Corallus* mais j’en compte près de 120 dans ma bibliographie personnelle, non exhaustive, pour la même période. De plus, ce nouvel ouvrage aborde des espèces qui n’étaient pas traitées en 2002 (*C. caninus*, *C. batesii*, *C. cropanii*, *C. blombergii* et *C. annulatus*) et apporte des informations inédites concernant *C. hortulanus* et *C. grenadensis*. Notons que l’espèce présente en Guyane, autrefois dénommée *Corallus cooki*, ou encore *C. enydris* (Linnaeus, 1758), ou, très souvent dans le commerce animalier, *C. enydris cooki*, correspond maintenant à *C. hortulanus*, un synonyme plus ancien revalidé. *C. cooki* reste valide mais endémique de Saint-Vincent (Petites Antilles) selon Henderson (1997) ; cette position n’est pas encore totalement clarifiée et sa synonymie avec *C. hortulanus* ne peut toutefois pas être écartée (Colston *et al.* 2013). Cet ouvrage fournit aussi des données précises sur l’impact du cyclone Ivan qui s’est abattu sur l’île de Grenade

en 2004. L'espèce locale (*C. grenadensis*), endémique, a alors subi de nettes diminutions des densités de ses populations, encore accentuées par son commerce illégal non négligeable. Cette édition de 2015 est nettement plus fournie en texte et son utilité est indéniable. Toutefois, Pizzatto (2017) a raison quand il signale que la grande majorité des chapitres sont identiques dans leur structure entre les deux éditions. L'édition de 2015 ne renferme que peu de données quantitatives nouvelles dans la majorité des cas, mais les données sont cette fois analysées dans le cadre d'hypothèses évolutives et théoriques comme par exemple pour les relations prédateurs-proies. Tous ces ajouts me semblent utiles pour les étudiants et les chercheurs en écologie. Une importante discussion aborde les stratégies défensives, notamment le polymorphisme de coloration et la coloration cryptique fréquents chez ces serpents. Toutefois, les comportements de fuite, les attaques, les morsures et le comportement de décharge cloacale, tous largement répandus au sein des boïdés, ne sont pas très développés. La constriction des proies est analysée mais le même comportement est également utilisé à des fins défensives (par exemple le bras d'un collecteur, quand l'animal parvient à s'enrouler autour, peut être très fermement serré si l'animal est manipulé). On observe souvent des torsades du corps quand ces serpents sont maintenus et ce point également n'est pas vraiment abordé.

Ce livre débute par une dédicace à l'épouse de l'auteur, Rose MacLaren Henderson, décédée en janvier 2012. Le sommaire qui suit indique les neuf grands thèmes abordés et leurs sous-thèmes mais ne permet pas de localiser les informations espèce par espèce. Si l'on cherche par exemple les informations concernant la reproduction de *C. hortulanus*, il faudra alors feuilleter une partie du chapitre consacré à la reproduction. Notons que les neuf chapitres ne sont pas numérotés et difficiles aussi à localiser dans l'ouvrage. Quatre pages de prologue rédigées par l'auteur nous font partager les grandes joies qu'il a éprouvées durant l'étude de ces serpents. Deux pages de remerciements illustrent les nombreux contacts de Robert Henderson et le réseau qu'il a mis en place durant ses 25 années d'étude.

Le premier chapitre présente les méthodes d'étude avant d'aborder la phylogénie et la biogéographie du genre. On y trouve également une clé dichotomique permettant d'identifier les neuf espèces du genre, une présentation sommaire de chacune avec sa répartition, écrite puis grossièrement cartographiée, souvent de façon peu lisible. L'espèce présente sur l'île de la Grenade et les Grenadines (appartenant à l'État de Saint-Vincent-et-les-Grenadines) fait l'objet d'une attention particulière. Le second chapitre décrit la coloration et ses variations dans le genre *Corallus*, espèce par espèce, avec de nombreuses photographies en couleur et des graphiques illustrant les variations de certains facteurs climatiques. La spectaculaire modification ontogénique de la coloration est ensuite discutée. Le chapitre 3 traite de l'habitat et de son utilisation par les serpents, cette fois encore espèce par espèce et pays par pays. Le chapitre 4 présente l'activité des serpents espèce par espèce, puis l'influence exercée par la lune, la température et la pluviométrie. Le chapitre 5 concerne leurs déplacements et leur alimentation. Cette dernière se compose d'amphibiens, de lézards, de serpents, d'oiseaux et de mammifères. Elle est détaillée espèce par espèce. Certaines différences de régime entre espèces ou populations insulaires et continentales sont très marquées. Le chapitre 6 est consacré principalement au comportement défensif des différentes espèces de *Corallus* vis-à-vis des prédateurs. Particulièrement intéressant, un petit tableau (fig. 270) illustre l'énorme polymorphisme de coloration de la langue chez *C. grenadensis* observé sur des individus provenant d'un même site. Le chapitre 7 décrit la reproduction espèce par espèce. Le chapitre 8 aborde les populations (abondance, densité, fréquence des rencontres espèce par espèce). Il est surtout détaillé pour *C. grenadensis*, l'espèce la plus étudiée par l'auteur. Une attention spéciale est accordée au déclin de certaines de ses populations et à ses causes. Une autre discussion dans ce chapitre concerne la tentative faite par l'auteur pour quantifier la

population totale de *C. grenadensis* sur la Grenade. Le dernier chapitre (9) aborde rapidement, sur six pages, les interactions entre l'homme et ces boïdés aux Antilles et ailleurs, leur exploitation culturelle et commerciale puis leur conservation, espèce par espèce. La bibliographie (plus de 400 références) couvre 25 pages. Elle est suivie par un petit index des noms scientifiques de vertébrés (sauf les espèces du genre *Corallus*) qui achève l'ouvrage.

Ce livre s'appuie surtout sur l'immense travail de terrain réalisé par l'auteur durant plus de 25 années. Sa parfaite connaissance de l'écologie de plusieurs espèces du genre ne fait aucun doute. L'ouvrage renferme aussi des observations obtenues par ses collègues et une synthèse de la littérature. On y trouve quantité de détails inédits sur l'écologie des espèces du genre *Corallus*. Tous les textes sont très richement illustrés par d'excellentes photographies (plus de 300) incluant les espèces, leurs variations (ontogéniques, sexuelles, géographiques) et leur biologie (reproduction, alimentation, déplacements...), leurs habitats, leurs proies et leurs prédateurs. L'ouvrage aurait toutefois gagné en qualité si son plan avait été plus clair et si la recherche d'information était plus facile, pour chaque espèce plutôt que par grand thème. Le choix des photographies est excellent. Notons toutefois qu'une photographie en double page (198-199) présente toute une page presque totalement noire et donc parfaitement inutile dans ce type d'ouvrage. De nombreux graphiques précis illustrent clairement des données quantitatives souvent inédites. La bibliographie est abondante mais pas toujours à jour. Par exemple l'auteur cite l'ouvrage de 1998 de Starace alors qu'il a été largement revu et complété depuis (Starace 2013).

Pour conclure, je considère que *Natural History of Neotropical Treeboas* est un livre utile et agréable qui s'adresse principalement aux écologistes et aux naturalistes. Il ne manquera pas de faire naître des passions pour les serpents et leur étude, tout en restant, pour les spécialistes, une bonne source d'informations sur les connaissances que nous en avons.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

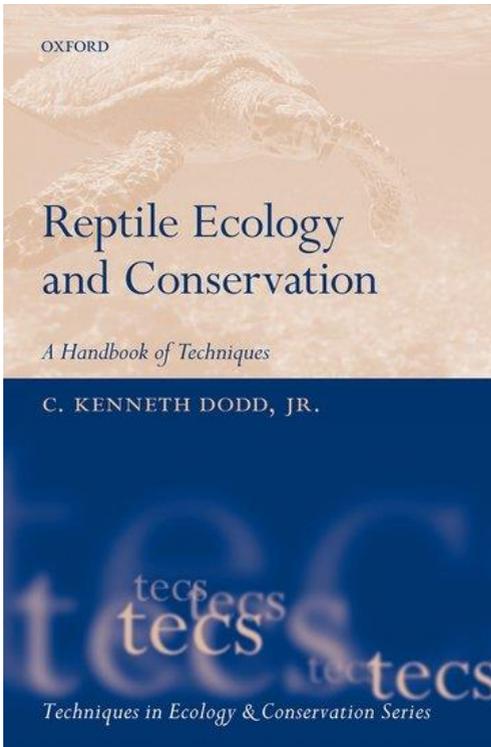
- Colston T.J., Grazziotin F.G., Shepard D.B., Vitt L.J., Colli G.R., Henderson R.W., Hedges S.B., Bonatto S., Zaher H., Noonan B.P. & Burbrink F.T. 2013 – Molecular systematics and historical biogeography of tree boas (*Corallus* spp.). *Mol. Phyl. Evol.*, 66(3): 953-959.
- Henderson R.W. 1997 – A taxonomic review of the *Corallus hortulanus* complex of Neotropical tree boas. *Carib. J. Sci.*, 33(3-4): 198-221.
- Henderson R.W. 2002 – *Neotropical Treeboas: natural history of the Corallus hortulanus complex*. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida. 228 pp.
- Pizzatto L. 2017 – Book review: *Natural History of Neotropical Treeboas (Genus Corallus)* by Robert W. Henderson. *Herpetological Review*, 48(1): 225-227.
- Starace F. 1998 – *Guide des serpents et amphibènes de Guyane*. Ibis rouge éditions, Matoury, Guyane française. 449 pp.
- Starace F. 2013 – *Serpents et amphibènes de Guyane française*. Ibis rouge éditions, Matoury, Guyane française. 604 pp.

Ivan INEICH  
Muséum national d'Histoire naturelle – Sorbonne Universités  
Département de Systématique et Évolution  
UMR 7205 (CNRS, MNHN, UPMC, EPHE)  
Institut de Systématique, Évolution et Biodiversité (ISyEB)  
57 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles & Amphibiens)  
F-75005 Paris

– Analyse d’ouvrage –

**Reptile Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques**, volume multi-auteurs dirigé par C. Kenneth Dodd, Jr., 2016. Techniques in Ecology and Conservation Series, William J. Sutherland (éd.), Oxford University Press, i-xxviii + 462 pages. ISBN 978-0-19-872613-5.

DOI : 10.1093/acprof:oso/9780198726135.001.001. Prix : 37,50 £ (environ 44 euros) couverture souple. <http://www.oup.com/academic/biology>.



Ce très riche ouvrage de synthèse est le quatorzième volume d’une série (*Techniques in Ecology and Conservation Series*) totalement consacrée aux techniques d’études en botanique, zoologie et écologie. L’un des volumes (*Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*, C. Kenneth Dodd, Jr. (éd.), 2010. Oxford University Press) concernait les amphibiens alors que celui-ci traite des reptiles. Il s’adresse aux étudiants et à leurs enseignants, aux chercheurs et gestionnaires qui étudient les reptiles aussi bien sur le terrain qu’en captivité. Il a été rédigé par une équipe diversifiée de spécialistes internationaux de l’écologie, de la systématique et de la biologie des reptiles afin de rendre accessibles les considérables évolutions récentes des techniques d’étude de ces vertébrés. Avec sa couverture souple et son format agréable (23,3 x 15,7 cm, épaisseur 2,4 cm), ce livre est aisé à emporter sur le terrain. C’est un travail très complet qui sera sans aucun doute bien

utile. Les nombreux chapitres courts et très synthétiques de *Reptile Ecology and Conservation* permettent de trouver rapidement les informations recherchées et des références récentes aux travaux publiés sur le sujet.

Subissant de plein fouet les graves menaces occasionnées par la perte et la fragmentation de leurs habitats, le commerce, les produits chimiques toxiques et les perturbateurs endocriniens de plus en plus fréquents dans leur environnement, les maladies infectieuses émergentes et le changement climatique, les reptiles semblent à présent décliner à une vitesse comparable à celle estimée chez les amphibiens. La survie de nombreuses espèces est dès lors fortement compromise. La reconnaissance de toutes ces menaces par les décideurs politiques est encore loin d’être acquise. De leur côté, les scientifiques tentent d’apporter des éléments nouveaux, souvent convergents, mettant en avant l’ampleur et la

gravité des problèmes. Plusieurs ouvrages ou synthèses antérieurs permettent de connaître les nouvelles techniques d'étude disponibles. Cet ouvrage actualise ces informations tout en ajoutant de nouveaux domaines d'expérimentation et de recherche comme par exemple la modélisation statistique, l'écologie des paysages, la génétique, la biosécurité ou encore les maladies émergentes, cela sans négliger la dimension humaine souvent oubliée par ailleurs. Notons toutefois que certaines techniques modernes comme par exemple l'utilisation des isotopes stables, n'ont pu faire l'objet d'un chapitre entier pour des questions de place, bien qu'elles soient abordées par plusieurs auteurs et largement signalées dans les bibliographies. De très nombreuses données disséminées dans des rapports et des thèses récents souvent méconnus et/ou difficiles à consulter sont rendus accessibles dans les synthèses que ce livre met à notre disposition.

L'ouvrage débute par une courte préface de son éditeur (sens anglo-saxon). On trouve ensuite un sommaire complet clairement détaillé suivi de la liste des auteurs, de leur adresse postale et *e-mail*. Le volume est ensuite divisé en six grandes parties qui totalisent 30 chapitres, chacun rédigé par un ou plusieurs auteurs presque toujours différents, soit 57 au total.

L'introduction constitue la première partie du livre. Elle comprend 3 chapitres. Le chapitre 1 (Laurie J. Vitt) traite de la diversité et de la biologie des reptiles. Un tableau synthétique expose les différents mécanismes de déterminisme du sexe. Signalons ici une technique émergente permettant un sexage moléculaire, publiée après cet ouvrage (Rovatsos & Kratochvil 2016). Le chapitre 1 rappelle en outre les principaux traits d'histoire de vie des reptiles, y compris du sphénodon (ou tuatara) de Nouvelle-Zélande. Il s'achève par un résumé clair suivi d'une bibliographie détaillée et actualisée. Notons toutefois qu'un résumé n'est pas systématique à la fin de tous les chapitres. Le chapitre 2 (Robert N. Fisher) présente la méthode de mise en place d'une étude de terrain avec des objectifs clairement établis basés sur des protocoles solides, y compris l'obtention préalable des permis. L'auteur se base sur un cas concret dans l'étude duquel il a lui-même été confronté à des problèmes nouveaux d'éthique et de biosécurité. Ces problèmes sont à présent systématiquement à prendre en compte. Le chapitre 3 (Richard A. Seigel) explique comment collecter les données et les stocker. Il nous questionne sur la nature des données à rassembler. La rédaction des notes de terrain tout comme leur support matériel, leur sauvegarde et leur archivage y sont traités.

La partie 2 est consacrée à l'individu et comprend six chapitres. Le chapitre 4 (John W. Ferner & Michael V. Plummer) traite des techniques de marquage et de mesure des reptiles. Signalons ici la grande variabilité des mesures d'un même individu selon de nombreux paramètres et dont on ne tient que rarement compte (Cundall *et al.* 2016), comme par exemple la personne qui réalise les mesures. Depuis l'amputation de phalanges codifiées chez les lézards, l'ablation de partie d'écailles ventrales codifiées chez les serpents, jusqu'aux méthodes basées sur des brûlures ou des encoches sur les carapaces des tortues ou encore les différents types d'étiquettes attachées aux reptiles, aucune technique de marquage n'est oubliée. Les auteurs abordent aussi les méthodes permettant de suivre les déplacements des reptiles, depuis les plus anciennes comme par exemple les pigments fluorescents jusqu'aux plus modernes basées sur des PIT tags (*Passive Integrated Transponder* ; voir également Oldham *et al.* 2016, une référence trop récente pour être citée dans l'ouvrage). Les méthodes visuelles, qui évitent les contacts trop fréquents avec les individus suivis, sont à préconiser. Le chapitre 5 (Roberto Sacchi, Stefano Scali, Marco Mangiacotti, Marco Sannolo & Marco A.L. Zuffi) traite de l'identification des individus chez les reptiles par les techniques d'imagerie digitale et décrit les moyens disponibles pour analyser les données ainsi obtenues. Plusieurs logiciels performants permettent à présent de classer et de reconnaître chaque

individu à partir de quelques critères de photo-identification basés sur le dessin et/ou la coloration, ou encore certaines anomalies de l'écaillage, mieux encore par la combinaison des deux. Le chapitre 6 (Steve W. Gotte, Jeremy F. Jacobs & George R. Zug) décrit les techniques de préservation des reptiles pour la recherche. Allant de l'obtention des permis, de l'ensemble du matériel nécessaire sur le terrain pour préserver des spécimens destinés aux collections en passant par les méthodes d'euthanasie, la collecte des données de terrain à associer aux spécimens, la position à donner aux spécimens lors de leur fixation, le type d'étiquettes à utiliser, les sites d'injection et la nature des conservateurs à utiliser jusqu'au transport et à l'envoi des spécimens, ce chapitre est complet et bien utile. Le chapitre 7 (Gunther Köhler) est consacré à la reproduction. Après une brève description de l'appareil génital des reptiles, l'auteur présente les méthodes et techniques utilisées pour la dissection, l'endoscopie, l'examen externe et la palpation, les différentes techniques d'imagerie, les dosages sanguins ou encore l'induction expérimentale de la ponte par injection hormonale. Signalons ici qu'un article publié après cet ouvrage montre clairement la grande variabilité du contenu des dosages sanguins selon le site de prélèvement (Bonnet *et al.* 2016), ce dont il faut maintenant se méfier. Toutes ces méthodes et techniques visent à donner des informations souvent absentes dans l'étude de la biologie de la reproduction. L'utilisation des reptiles écrasés sur les routes devra être préconisée à chaque fois que cela sera possible. Le chapitre 8 (Luca Luiselli & Giovanni Amori) dresse une synthèse des techniques d'étude de l'alimentation des reptiles. Cette fois encore les animaux écrasés sur les routes peuvent constituer, selon le cas, un matériel idéal pour l'étude du régime alimentaire d'une espèce. De nombreuses techniques sont à présent disponibles : l'observation directe, la dissection et l'analyse du contenu stomacal, le lavage gastrique (*stomach flushing*), l'étude des fèces, la régurgitation forcée par massage ou encore le dosage de certains isotopes stables. Le régime alimentaire peut ensuite être analysé par différentes méthodes statistiques rapidement développées dans ce chapitre. Le chapitre 9 (Bruce A. Kingsbury & Nathan J. Robinson) expose les moyens d'étudier les déplacements des individus par télémétrie, depuis les techniques les plus anciennes utilisant la VHF jusqu'à la télémétrie acoustique ou satellitaire. La télémétrie acoustique est indiquée comme une méthode novatrice utilisée chez les tortues et les crocodiles. Ajoutons qu'elle a été employée tout récemment avec succès pour analyser l'habitat utilisé par quelques espèces de serpents marins hydrophiinés et leur activité (Udyawer *et al.* 2016, Parsons *et al.* 2017). Les techniques statistiques d'analyse des données obtenues sont explicitées. Les auteurs abordent ensuite les méthodologies disponibles selon le groupe de reptiles considéré, avant de conclure en spéculant sur les futures avancées liées à la miniaturisation des appareillages sujette à de rapides progrès. Précisons que l'association récente entre les abris artificiels que constituent les plaques de tôle et la télémétrie s'est révélée prometteuse (Sutherland *et al.* 2016). De même, dans le cadre de la lutte organisée en Floride pour éradiquer les gros pythons introduits qui constituent une menace sérieuse pour la faune locale, les travaux de Smith *et al.* (2016) utilisant des pythons « Judas » équipés et suivis par télémétrie, ont permis de localiser leurs congénères et de les capturer.

La partie 3, consacrée aux techniques d'échantillonnage, comprend sept chapitres. Le chapitre 10 (John D. Willson) présente les méthodes d'étude des reptiles de surface. Il débute par une présentation des techniques de capture actuellement utilisées, actives ou passives, nécessitant l'usage de pièges également décrits. Le chapitre 11 (Robert W. Henderson, Robert Powell, Jose Martín & Pilar Lopez) traite des techniques d'étude des reptiles arboricoles et fousseurs. Outre la mise en place de tours et autres grues pour accéder à la canopée, accompagner les forestiers qui abattent les arbres reste une bonne technique dans le cadre des inventaires mais moins fiable pour les études écologiques ou de suivi. Les différents outils à présent disponibles sont décrits, y compris les armes à feu, tout comme les pièges

destinés à collecter les reptiles enfouis dans le sol. Le chapitre 12 (Xavier Bonnet, Arne R. Rasmussen & François Brischoux) considère les serpents marins et leur étude souvent originale. Il concerne surtout une très faible fraction de ce groupe, les espèces amphibiennes. On y trouve quelques rares informations peu détaillées sur les nouvelles techniques et leurs potentialités comme par exemple l'utilisation des appareils photographiques à déclenchement automatique (en phase terrestre, par exemple sur les plages pour les serpents marins amphibiens ou en phase marine pour les autres) ou encore le suivi acoustique par sonar des serpents marins dans leur habitat que nous avons mentionné plus haut. Il serait également intéressant de tester pour les déplacements des serpents marins la méthode des bobines préconisée par Waddell *et al.* (2016). Le chapitre 13 (Richard C. Vogt) est consacré à l'étude des tortues d'eau douce et surtout aux techniques actuellement disponibles pour les capturer ou les observer dans leur habitat. Le chapitre 14 (Margaretha D. Hofmeyer & Brian T. Henen) présente les outils disponibles pour l'étude des tortues terrestres en mettant l'accent sur les estimations de densité. L'utilisation, à présent classique, des chiens pour localiser les tortues est détaillée. Le chapitre 15 (Seth Stapleton & Karen L. Eckert) présente les méthodes disponibles pour l'étude des tortues marines. Après une clé d'identification des six espèces des Caraïbes, les auteurs décrivent les méthodes d'inventaire des sites de ponte, le suivi des traces sur le sable, sans oublier les nids et les données que l'on peut en obtenir ou encore les techniques de marquage des individus. Le chapitre 16 (Matthew Brien & Charlie Manolis) développe les moyens disponibles pour l'étude des crocodiles. Les auteurs nous expliquent les techniques pour observer ces reptiles de jour comme de nuit, les informations biologiques fournies par l'étude des nids, les différentes méthodes de capture dont plusieurs restent très cruelles, les méthodes pour étudier ces animaux une fois capturés sans risquer de se faire mordre, et aussi les marquages dont les plus modernes sont électroniques.

La partie 4, consacrée aux communautés de reptiles, comprend six chapitres. Le chapitre 17 (Tiffany M. Doan) décrit la méthode des quadrats et celle des transects et explique comment les mettre en place. Le chapitre 18 (Indraneil Das) traite des méthodes d'inventaire rapide (*rapid assessments*) de la biodiversité reptilienne qui sont de plus en plus utilisées, surtout dans des régions difficiles d'accès. Elles sont, de ce fait, souvent multidisciplinaires et rassemblent des spécialistes de nombreux groupes botaniques et zoologiques. Le chapitre 19 (Henry R. Mushinsky & Earl D. McCoy) est consacré aux méthodes de mesure des variables environnementales dans les micro-habitats occupés par les reptiles, aussi bien terrestres, souterrains, aquatiques que marins ; ou encore les micro-habitats rocheux et la canopée. Le chapitre 20 (Christine Bishop) présente les outils disponibles pour estimer la qualité de l'eau et analyser les problèmes d'écotoxicologie dans l'environnement des reptiles. L'auteur expose les méthodes de prélèvement de l'eau ou des sédiments puis les techniques pour doser, selon les tissus envisagés, les substances toxiques environnementales. Ajoutons ici la toute nouvelle technique mise au point par Mingo *et al.* (2016). Elle utilise les frottis buccaux pour mettre en évidence l'exposition des lézards aux pesticides. Ce procédé pourrait tout à fait être appliqué aux serpents. Le chapitre 21 (C. Kenneth Dodd, Jr.) analyse les méthodes disponibles pour estimer la richesse et la diversité des reptiles. Les différents indices mathématiques permettant de décrire et comparer la richesse spécifique sont décrits, les courbes que l'on peut obtenir présentées. Les logiciels disponibles sont indiqués. Le chapitre 22 (Monika Böhm & Viorel D. Popescu) présente les outils utilisés en écologie du paysage et en biogéographie, tout particulièrement les SIG (Systèmes d'Information Géographiques) et leur importance dans les programmes de conservation.

La partie 5, consacrée aux applications expérimentales, à l'écophysiologie et à la génétique des reptiles, comprend trois chapitres. Le chapitre 23 (Stephen J. Mullin) est dédié

aux applications expérimentales disponibles pour étudier les reptiles. Les cages et autres structures, y compris des enclos en semi-liberté, permettant l'expérimentation en captivité sont décrits à partir d'un grand nombre d'études servant de référence. L'utilité des parcs zoologiques est rappelée et quelques-unes des nombreuses approches par manipulation expérimentale des habitats et/ou des individus sont décrites. Le chapitre 24 (Keith A. Christian, Christopher R. Tracy & C. Richard Tracy) développe les problématiques liées à la thermorégulation chez les reptiles. Dans ce type d'étude, les auteurs rappellent que le choix de la bonne méthode dès le départ est primordial. Les différentes méthodes actuellement disponibles sont présentées. Les *data loggers* sont maintenant employés presque de façon routinière. Une méthode novatrice publiée après cet ouvrage par Vickers et Schwarzkopf (2016) permet de prédire la température des petits reptiles à partir de celle de leur environnement. Le chapitre 25 (Nancy N. FitzSimmons & Joanna Sumner) présente les applications des techniques génétiques utilisées en écologie de terrain et en biologie de la conservation. Les différents marqueurs génétiques disponibles sont détaillés et leur mise en place expliquée. Le lecteur trouvera dans ce chapitre la meilleure méthode à utiliser pour mettre en place une étude génétique à l'échelle de la population.

La partie 6, dédiée aux analyses de tendances et aux options de conservation, comprend cinq chapitres. Le chapitre 26 (Darryl I. MacKenzie) analyse les différents modèles d'occupation à notre disposition à partir d'exemples très précis comme un scinque de Nouvelle-Zélande. L'auteur n'oublie pas de critiquer les faiblesses de chaque méthode, y compris les mauvaises identifications. Les logiciels PRESENCE et MARK sont les plus couramment utilisés dans ce type d'analyse. Le chapitre 27 (Chris Sutherland & J. Andrew Royle) présente les moyens actuellement accessibles pour estimer l'abondance des reptiles. La technique classique de capture-marquage-recapture reste toujours la plus aisée à mettre en place et la plus performante, même si elle est ici critiquée. Les auteurs analysent minutieusement une telle étude d'estimation de taille de population et de densité réalisée sur l'Orvet. Un article récent montre qu'estimer une population est indispensable, tout particulièrement dans le cas des espèces fortement exploitées dont le suivi doit être précis pour entreprendre des mesures de gestion de la ressource (Natusch *et al.* 2016). Le chapitre 28 (Elliott Jacobson) est consacré dans sa totalité aux méthodes de collecte d'échantillons biologiques destinés aux études et au suivi des pathologies. Après une présentation des problèmes d'éthique et de bien-être animal, enfin pris en compte et de plus en plus sérieusement, l'auteur présente l'arsenal d'antalgiques, d'anesthésiques et d'euthanasiants dont nous disposons à présent. Il décrit ensuite les différentes maladies, infectieuses ou non, dont souffrent les reptiles, avant d'aborder les techniques de collecte des échantillons pour leur étude (sérologie, biopsie, évaluation pathologique, cytodiagnostics, microbiologie, diagnostics moléculaires, prélèvement et conservation des parasites prélevés), pour conclure sur des problèmes de biosécurité. Le chapitre 29 (David A. Pike) décrit les outils développés pour la conservation et la gestion des espèces. Il présente les différents statuts de protection, la gestion et le suivi des populations de reptiles tout en détaillant les différentes actions que l'on peut mener sur l'habitat et les populations (maintenance, addition, rétention, restauration de connectivité, réduction des compétiteurs, réduction des perturbations d'origine humaine, régulation des prélèvements, relocation, translocation et 'repatriation'). Enfin le chapitre 30 (Brian Gratwicke, Matthew Neff, Lindsay Renick Mayer, Sharon Ryan & Jennifer Sevin), dernier du livre, aborde l'éducation et son rôle croissant dans la conservation des reptiles. On y trouve des indications sur le rôle des centres d'initiation à la nature, des muséums et des expositions et aussi sur la science participative très en vogue. Le rôle des enseignants est mis en avant.

Un index sur 14 pages achève l'ouvrage. Compte tenu du volume des informations, il est trop simplifié et aurait gagné à être plus conséquent. Par exemple, des termes aussi évidents que « *sticky traps* », « *camera traps* » ou « *acoustic monitoring* » n'y figurent pas. Il n'y a pas de glossaire mais l'éditeur (sens anglo-saxon) le précise dans son introduction, la place disponible n'a pas permis d'en inclure un dans l'ouvrage.

Chacun des 30 chapitres du livre est complet, condensé et clairement rédigé, illustré par des photographies en noir et blanc et agrémenté de tableaux et de graphiques. Cet ouvrage ne présente toutefois pas les méthodes d'étude du rôle passé et présent de l'homme dans les extinctions et les introductions, rôle primordial pour la compréhension de la dynamique de la mise en place des faunes actuelles, surtout insulaires. Un chapitre aurait pu être consacré, par exemple, à l'étude des fossiles récents (holocène et anthropocène), expliquant les techniques de collecte, de préservation et d'étude de matériel osseux précieux et riche en informations. Un autre chapitre aurait pu être dédié aux techniques modernes d'imagerie comme par exemple les CT-scans depuis peu applicables aux reptiles sans les tuer ce qui est un progrès considérable (Broeckhoven *et al.* 2017), aux techniques exploratoires non létales (Purdoiu *et al.* 2016), aux méthodes d'estimation de l'âge comme la squelettochronologie appliquée aux serpents (la technique est couramment utilisée pour les lézards et les tortues), ou encore aux méthodes modernes pour étudier et lutter contre l'impact des prédateurs mammaliens introduits (chats, chiens, mangoustes, cochons, etc.) sur les reptiles (voir par ex. Ortiz-Alcaraz *et al.* 2017).

*Reptiles Ecology and Conservation* n'est pas un ouvrage de synthèse classique. Il faut le voir comme une boîte à outils qui renferme un assortiment de clés destinées à ouvrir les serrures permettant chacune d'entrevoir un point particulier de la biologie des reptiles. A chaque serrure sa clé - il est aisé de trouver la bonne clé dans ce livre. Je ne peux que le recommander aux étudiants, scientifiques et gestionnaires auxquels il s'adresse.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonnet X., El Hassani M.S., Lecq S., Michell C.L., El Mouden E.H., Michaud B. & Slimani T. 2016 – Blood mixtures: impact of puncture site on blood parameters. *J. Comp. Physiol. B*. doi: 10.1007/s00360-016-0993-1.

Broeckhoven C., du Plessis A., le Roux S.G., Nortier Mouton P. le F. & Hui C. 2017 – Beauty is more than skin deep: a non-invasive protocol for in vivo anatomical study using micro-CT. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/2041-210X.12661.

Cundall D., Deufel A., MacGregor G., Pattishall A. & Richter M. 2016 – Effects of size, condition, measurer, and time on measurements of snakes. *Herpetologica*, 72(3): 227-234.

Mingo V., Lötters S. & Wagner N. 2016 – The use of buccal swabs as a minimal-invasive method for detecting effects of pesticide exposure on enzymatic activity in common wall lizards. *Environmental Pollution*. doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.022.

Natusch D.J.D., Lyons J.A., Mumpuni, Riyanto A. & Shine R. 2016 – Jungle Giants: Assessing Sustainable Harvesting in a Difficult-to-Survey Species (*Python reticulatus*). *PLoS ONE*, 11(7): e0158397. doi:10.1371/journal.pone.0158397.

Oldham C.R., Fleckenstein J.L. III, Boys W.A. & Price S.J. 2016 – Enhancing ecological investigations of snakes with passive integrated transponder (PIT) tag telemetry. *Herpetological Review*, 47(3): 385-388.

- Ortiz-Alcaraz A., Aguirre-Muñoz A., Arnaud G., Galina-Tessaro P., Rojas-Mayoral E., Méndez-Sánchez F. & Ortega-Rubio A. 2017 – Progress in the eradication of the feral cat (*Felis catus*) and recovery of the native fauna on Socorro Island, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Therya*, 8(1). doi: 10.12933/therya-17-425.
- Parsons M.J.G., Fenny E., Lucke K., Osterrieder S., Jenkins G., Saunders B.J., Jepp P. & Parnum I.M. 2017 – Imaging Marine Fauna with a Tritech Gemini 720i Sonar. *Acoustics Australia*: 9 p. doi: 10.1007/s40857-016-0076-1.
- Purdoiu R.C., Bel L., Lacatus R. & Papuc I. 2016 – Ultrasonographic aspect of coelomic organs in boid snakes. *Bulletin UASVM Veterinary Medicine*, 73(1): 176-181.
- Rovatsos M. & Kratochvíl L. 2016 – Molecular sexing applicable in 4,000 species of lizards and snakes? From dream to real possibility. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/2041-210X.12714.
- Smith B.J., Cherkiss M.S., Hart K.M., Rochford M.R., Selby T.H., Snow RW. & Mazzotti F.J. 2016 – Betrayal: radio-tagged Burmese pythons reveal locations of conspecifics in Everglades National Park. *Biological Invasions*. doi:10.1007/s10530-016-1211-5.
- Sutherland C., Muñoz D.J., Miller D.A.W. & Campbell Grant E.H. 2016 – Spatial Capture–Recapture: A Promising Method for Analyzing Data Collected Using Artificial Cover Objects. *Herpetologica*, 72(1): 6-12.
- Udyawer V., Simpfendorfer C.A., Read M., Hamann M. & Heupel M.R. 2016 – Exploring habitat selection in sea snakes using passive acoustic monitoring and Bayesian hierarchical models. *Marine Ecol. Progr. Ser.*, 546: 249-262.
- Vickers M. & Schwarzkopf L. 2016 – A simple method to predict body temperature of small reptiles from environmental temperature. *Ecology and Evolution*. doi: 10.1002/ece3.1961.
- Waddell E., Whitworth A. & MacLeod R. 2016 – A first test of the thread bobbin tracking technique as a method for studying the ecology of herpetofauna in a tropical rainforest. *Herp. Cons. Biol.*, 11(1): 61-71.

Ivan INEICH

Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités

ISyEB : Institut de Systématique, Évolution et Biodiversité

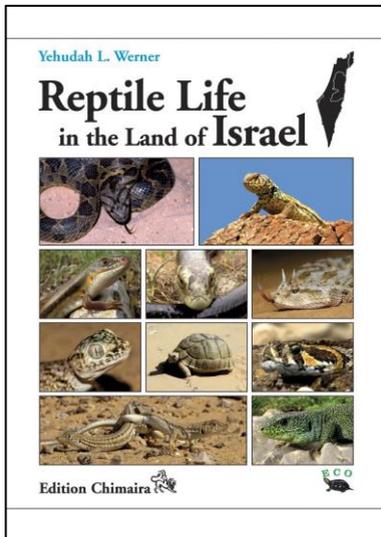
UMR 7205 (CNRS, EPHE, MNHN, UPMC)

25 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles)

F-75005 Paris

– Analyse d’ouvrage –

**Reptile Life in the Land of Israel with Comments on Adjacent Regions**, par Yehudah L. Werner. 2016 – Edition Chimaira (www.chimaira.de), Frankfurt am Main, Allemagne & Frankfurt Contributions to Natural History, volume 71. 494 pages. ISBN 978-3-389973-104-0 ; ISSN 1613-2327. Prix : 188 euros.



L’auteur de ce livre, Yehudah Leopold Werner, est né le 16 juin 1931 à Munich en Bavière (Allemagne). Il est Professeur Émérite de Zoologie à la « Hebrew University » de Jérusalem. Il soutient sa Thèse en 1961 dans cette même université avec pour sujet la colonne vertébrale des gekkonidés et tout particulièrement leur queue. Il y enseigne la zoologie des vertébrés et l’herpétologie de 1953 à 1999, tout en assurant la gestion des collections nationales israéliennes d’amphibiens et de reptiles. Il publie plus de 440 travaux et articles. Werner est aussi cofondateur de la Société de protection de la Nature en Israël, membre honoraire de la Société zoologique d’Israël et chercheur associé du Muséum Senckenberg de Dresde en Allemagne. Sa passion des reptiles le suit depuis ses 14 ans. Il a toujours habité en Israël et connaît parfaitement bien la faune et la flore de ce pays et des régions limitrophes.

L’ouvrage rassemble des informations concernant 97 espèces de reptiles d’Israël, de l’Autorité Palestinienne<sup>1</sup> et du Sinaï en Egypte, une région géographique que l’auteur dénomme « The Land of Israel ». Trois pages sont consacrées au Crocodile du Nil, une espèce éteinte en Israël depuis plus d’un siècle. Avec près de 500 pages, en plus de son format double (21,6 x 30,4 cm) de celui utilisé classiquement par les éditions Chimaira, il est bien trop épais (3,2 cm) pour être emporté sur le terrain, mais il s’agit bien d’un guide comportant clés d’identification et cartes de répartition.

Le livre débute par un sommaire suivi d’une préface de l’auteur sur trois pages incluant ses remerciements. Le premier chapitre, qui constitue l’Introduction (p. 10), présente les reptiles de façon très détaillée comme cela se fait dans les nombreux ouvrages généraux d’herpétologie récemment publiés. On peut penser que ces textes richement illustrés font double emploi mais l’auteur a pris soin de choisir, chaque fois que cela était possible, des exemples issus de l’herpétofaune de la région concernée par son livre, ce qui est original et finalement agréable. Outre la description de la classe (ou superclasses selon les auteurs) des

---

<sup>1</sup> Les frontières de la « Palestine » fluctuent au cours du temps et l’emploi de ce nom reste encore mal défini pour être utilisé sans ambiguïté sur sa délimitation. Autorité Palestinienne est employé pour désigner cette entité politique.

Reptilia, on y trouve son histoire évolutive, une esquisse de sa composition taxinomique et de sa systématique, des variations au sein de son contenu, une discussion sur les notions d'espèces et de sous-espèces puis une description des caryotypes des reptiles de la région. Ce chapitre renferme aussi l'explication des règles de la nomenclature et une mise au point concernant les noms communs. Le second chapitre, très détaillé sur 63 pages, aborde la vie des reptiles d'un point de vue mécanique (squelette, tissus) et embryologique. Il décrit aussi : mue, morphologie des écailles et des ostéodermes, coloration, thermorégulation, rythmes d'activité, circulation sanguine, osmorégulation, écologie alimentaire, modes de communication, vision, organes des sens, cerveau, hormones, comportements, bioacoustique, camouflage et mimétisme, taille et ses variations, dimorphisme sexuel, reproduction, biologie des populations, prédateurs et parasites, etc. Quatre pages proposent ensuite des cartes géographiques présentant l'est méditerranéen, la zone couverte par les cartes de répartition données pour chaque espèce avec l'altitude, une carte administrative d'Israël et enfin une carte plus détaillée de l'État avec à nouveau les variations d'altitude indiquées par des couleurs distinctes.

Le corps de l'ouvrage débute à la page 92 et s'étend jusqu'à la page 310, décrivant les reptiles d'Israël, de l'Autorité Palestinienne et du Sinaï. La numérotation des parties est plutôt étrange : 3. pour les Reptiles d'Israël, à nouveau 3.1 pour la classe des Reptilia, 3.2 pour l'Ordre des Testudines, 3.3 pour celui des Crocodylia et 3.4 pour celui des Squamata. La numérotation 3.1 est de toute évidence inutile et devrait correspondre au texte relatif aux Testudines. Chaque ordre est présenté avec une clé des sous-ordres qui suivent, puis une clé dichotomique d'identification des familles que chaque sous-ordre regroupe dans la région traitée. Idem pour chaque famille ensuite présentée avec une clé des genres. Pour chacun de ces taxons, l'auteur indique ses principales caractéristiques, son contenu (sous-ordres, genres, espèces ou sous-espèces), sa répartition générale puis celle plus détaillée en Israël.

Des clés d'identification permettent d'attribuer les spécimens à leur famille respective, d'autres à leur genre au sein de la famille, d'autres encore à leur espèce au sein de chaque genre. Pour chaque espèce, on trouve le nom scientifique complet avec auteur(s) et année, un renvoi aux figures de l'ouvrage qui la représente, une description détaillée, sa coloration et ses variations, son dimorphisme sexuel, sa répartition générale puis celle en Israël incluant des discussions sur les sous-espèces quelquefois placées dans une section séparée, une clé des sous-espèces de la zone quand elles existent, des informations sur la biologie de l'espèce, sa reproduction et enfin de temps à autre sur ses prédateurs. Les synonymes et chrésonymes ne sont pas indiqués, ce qui manque, mais comme l'indique son titre, le livre concerne l'histoire naturelle et non la systématique. Toutefois les étudiants auront du mal à identifier plusieurs taxons dont le nom a été modifié pour se mettre en accord avec les travaux les plus récents car leurs anciens noms sont toujours utilisés dans certaines publications indispensables. On attendrait du livre de Werner qu'il permette de faire cette liaison entre la systématique ancienne et celle retenue dans l'ouvrage.

D'autres rubriques sont occasionnellement ajoutées comme par exemple celle concernant le venin dans le cas des espèces venimeuses. Pour chaque espèce, on trouve trois magnifiques dessins très détaillés de la tête (vue latérale, vue dorsale et vue ventrale). Notons toutefois que l'orifice qui correspond à la glande labiale supérieure (Ineich & Tellier 1992, Saint Girons & Ineich 1993) placé sur la dernière supralabiale chez toutes les vipères du genre *Echis* n'est pas indiqué figure 337 alors qu'il est visible à l'œil nu sur tous les individus. On trouve également plusieurs photographies en couleurs présentant le taxon ou un détail de sa morphologie (par ex. les pores fémoreaux). Une carte de répartition dans la zone couverte par l'ouvrage matérialise par un point chaque localité d'observation de l'auteur ou de la littérature. Cette carte n'est toutefois pas appelée dans la monographie de chaque espèce.

Déjà dans son livre de 1995 et ici encore, Werner utilise la technique du miroir qui consiste à photographier un reptile sur une plaque de verre avec un miroir en-dessous, permettant ainsi de voir sa coloration dorsale et ventrale sur la même vue.

L'ouvrage se poursuit sans coupure très nette par une rapide présentation du venin et de la venimosité des espèces d'Israël, puis par une discussion sur la biogéographie de la région. Cette discussion aurait gagné à être plus orientée vers les travaux récents de phylogéographie et en tenant compte des données plus récentes issues des phylogénies et des datations moléculaires généralement peu considérées dans ces textes. Elle n'est pas non plus très développée alors que la région, située à un carrefour biogéographique, est soumise à des influences multiples y compris africaines.

Deux planches présentent les habitats occupés par les reptiles avec neuf photographies en couleur qui clôturent l'ouvrage. Plusieurs annexes sont ensuite proposées au lecteur. La première, très utile, expose l'histoire de l'herpétologie israélienne, curieusement sans aucune photographie historique – ce texte aurait pu trouver sa place dans le corps du livre. Vient ensuite un texte qui explique les méthodes d'étude des reptiles et les techniques disponibles, puis présente les collections et leur rôle, la fonction des publications, les relations hommes/reptiles, les reptiles comme ressource naturelle, l'ethnoherpétologie et les reptiles en captivité. Un court texte aborde les envenimations et leur traitement. Cette annexe s'achève par trois pages consacrées à la protection et à la conservation des reptiles. La législation est très sévère en Israël, tous les reptiles sont protégés et les importations tout comme les exportations sont interdites. L'obtention des permis pour y faire des études nécessite des formalités souvent très complexes. L'annexe suivante établit les noms communs hébreux pour ces taxons (des ordres aux sous-espèces). Dans un court texte d'épilogue l'auteur critique un peu sévèrement son livre, reconnaissant que le temps n'a pas été suffisant pour le rédiger comme il l'aurait souhaité, mais ceci est un peu la règle. Une annexe indiquée comme ayant été mise en place par l'éditeur, présente de nombreuses et magnifiques photographies en couleur sur 104 pages (sur une demie page ou une page entière, jusqu'à sept photos par page). Elles illustrent les taxons et leurs habitats et proviennent de 23 personnes. Tout comme les photographies directement insérées dans la monographie de chaque espèce, chacune de ces images est appelée dans le texte et correctement légendée. Elles constituent sans aucun doute un plus très appréciable et illustrent souvent un comportement ou une coloration inhabituels. On trouve au moins une photographie et même le plus souvent plusieurs pour toutes les espèces, à l'exception de *Hemidactylus mindiae* (p. 164) qui n'est pas illustré.

La bibliographie (p. 449), très importante, s'étend sur 40 pages et comprend 1702 références numérotées mais elles sont encore plus nombreuses car plusieurs sont suivies des lettres a, b et c, appelées dans le texte sous la forme d'un numéro. La présentation de cette bibliographie est originale mais malheureusement peu pratique. En effet, les références 1a à 83, rédigées en hébreu mais dont les auteurs et titres sont transcrits en alphabet romain, suivent l'ordre alphabétique du nom des auteurs en hébreu, ordre qui ne correspond pas à celui de l'alphabet romain. Les références 84 à 1702 sont données dans l'ordre alphabétique de leur(s) auteur(s). Cette présentation n'est pas pratique et ne valorise pas l'information. Nous indiquons ci-dessous une série non négligeable de références bibliographiques complémentaires, soit postérieures à la publication de cet ouvrage, soit omises par l'auteur. Ce sont : Albaba 2016, Al-Quran 2010, Attum *et al.* 2013, Carretero *et al.* 2011, Deepak 2011, Espinoza (de) *et al.* 1990, Fathinia *et al.* 2014, Fattahi *et al.* 2014, Geniez 2015, Goldberg 2012, 2013, 2015, Horesh *et al.* 2017, Ibrahim 2013a,b, Kapli *et al.* 2014, Lantz 1930, Marx 1959, Melnikov & Melnikova 2013, Melnikov *et al.* 2012, Melnikova *et al.* 2015, Milto 2017, Necas & Vidasova 2004, Peled *et al.* 2014, Perry & Dmi'el 1995, Psonis *et al.*

2016, Qumsiyeh *et al.* 2014, Roll *et al.* 2013, Rösler 2015, Rotem *et al.* 2015, Russell & Campbell 2015, Schätti 2004, Seifan *et al.* 2016, Shacham *et al.* 2015, Sivan *et al.* 2011, 2013, Smid *et al.* 2013, Smith *et al.* 2013, Stanner & Mendelssohn 1991, Tamar *et al.* 2014, 2016a,b, Wagner & Crochet 2009, Werner 1987, Werner *et al.* 2016, Wilms 2005, Yaacov *et al.* 2012, Yosef *et al.* 2012.

La bibliographie est suivie d'un unique index, celui des noms scientifiques, qui clôt le livre. Cet index est pratique car il répertorie à la fois les genres et les espèces alphabétiquement, omettant toutefois les sous-espèces référencées uniquement alphabétiquement sous leur espèce d'appartenance. Il n'existe pas d'index thématique ni de glossaire, ce qui n'est pas idéal pour les étudiants mais notons toutefois que le sommaire est très détaillé.

Cet ouvrage, le plus complet jamais publié sur les reptiles d'Israël et de l'Autorité Palestinienne, constitue un travail colossal et une synthèse magistrale. C'est la traduction mise à jour et largement augmentée d'un petit ouvrage initialement rédigé en hébreu mais qui ne comprenait alors que des textes très réduits, des photographies mais pas de cartes de répartition (Werner 1995). Les différentes parties qui composent ce nouvel ouvrage sont toutefois difficiles à identifier et les chapitres auraient pu être mieux séparés et plus ordonnés par un plan logique et rigoureux. Il aurait été utile de distinguer les taxons décrits par deux homonymes dénommés Werner, l'autrichien Franz et l'auteur du présent ouvrage, l'israélien Yehudah, en indiquant les initiales du prénom de chacun, par exemple *Cerastes gasperettii mendelssohni* Y. Werner & Sivan, 1999 ; *Vipera bornmuelleri* F. Werner, 1898 (p. 307) ; *Vipera palaestinae* F. Werner, 1938 (p. 308). Le ou les auteur(s) et l'année de la première diagnose des familles ne sont indiqués que pour les Emydidae (p. 109). J'ai également noté un titre différent entre la couverture (réduit) et la première page (plus complet). La séparation des grandes parties de l'ouvrage est très délicate à percevoir car les titres ne sont pas très lisibles et démarqués du reste du texte. De la même façon, les titres des genres et des espèces décrites sont difficiles à identifier dans la masse du texte car leurs caractères ne sont pas assez grands pour ressortir du texte qui les entoure. A la page 310, le chapitre (3.4.5) qui aborde les venins et les envenimations n'est pratiquement pas séparé du texte qui précède et qui concerne la dernière des espèces de la région. La systématique et la nomenclature utilisées sont correctes. Notons toutefois que le genre monotypique *Rhagerhis* a été invalidé pour *Malpolon moilensis* et *Malpolon* est revalidé dans ce cas par Figueroa *et al.* (2016). L'auteur et l'année de la description de plusieurs genres ne sont pas indiqués, par ex. *Eumeces* (p. 215), *Scincus* (p. 218), *Trachylepis* (p. 221), *Malpolon* (« Former genus *Malpolon*, 1826 », p. 273), ou encore *Vipera* (p. 306). Le genre *Emys* est attribué à Duméril (1806) alors que l'ouvrage a été publié en 1805 ; les deux dates doivent être indiquées dans la bibliographie et celle indiquée dans l'ouvrage entre crochets dans ce cas car ce n'est pas la date de publication. *Sphenops* Wagler, 1870 (p. 220) correspond à *Sphenops* Wagler, 1830. La présentation de la nomenclature n'est pas toujours rigoureuse, par exemple *Mediodactylus amictopholis* (Hoofien, 1968) devrait être indiqué comme *Mediodactylus amictopholis* (Hoofien, 1968 [1967]) car elle est datée de 1967 mais n'a été publiée qu'en 1968, ce que doit refléter la date indiquée entre crochets. *Ptyodactylus hasselquistii* (Donndorff, 1978) correspond à *P. hasselquistii* (Donndorff, 1798) (p. 173). Certains auteurs de genres sont indiqués entre parenthèses ce qui n'est pas conforme, par exemple « *Testudo* (Linnaeus, 1758) » (p. 116) ou encore « *Natrix* (Laurenti, 1768) » (p. 267), ce dernier genre est aussi écrit en petites capitales alors que les minuscules sont employées pour tous les autres genres. Plus grave, quelques taxons de la région couverte ne sont pas cités dans l'ouvrage : *Hemidactylus granosus* Heyden, 1827 a été revalidé (auparavant considéré comme synonyme de *H. turcicus*) par Smid *et al.* (2013) et signalé du sud Sinaï, sa *terra typica restricta* (voir

aussi Rösler 2015) ; Necas et Vigasova (2004) signalent la présence de *Trachylepis quinquetaeniata* (Lichtenstein, 1823) du Sinaï en Egypte mais l'espèce n'est pas citée dans le livre (*Hemidactylus mindiae*, présent uniquement dans le sud du Sinaï et le sud de la Jordanie, est pourtant traité). Une petite erreur de mise en page qui n'a pas été corrigée à la relecture : p. 262 « Genus *Elaphe* Fitzinger, 1833 » est écrit deux fois et celle sous la clé d'identification est inutilement répétée et est, en plus, suivie d'un court texte pour le moins étrange « This scientific genus ... » qui de toute évidence a été rajouté par l'éditeur sans contrôle de l'auteur. *Laudakia stellio* (p. 133) a été décrit comme *Lacerta stellio* Linnaeus, 1758 donc auteur et année de *Laudakia stellio* doivent être placés entre parenthèses ce qui n'est pas le cas. Un autre ouvrage non cité ici (Bar & Haimovitch 2012) concerne Israël mais il n'est pas très connu car sans doute mal diffusé ; il aurait toutefois été souhaitable que Werner en parle pour montrer au lecteur qu'il le connaît.

Malgré ces petites erreurs ou négligences presque inévitables quand on traite une telle masse d'informations, *Reptile Life in the Land of Israel* est une œuvre monumentale et complète qui ne manquera pas de passionner les spécialistes de la Région paléarctique occidentale. L'ouvrage s'adresse aussi aux étudiants, aux conversationnistes et aux gestionnaires de la biodiversité, mais son prix élevé peut toutefois rester dissuasif. Ce volume constitue une magnifique synthèse de l'œuvre de toute la vie d'un scientifique de terrain et de laboratoire particulièrement dynamique, de ses recherches publiées et de sa bibliographie accumulée depuis plus d'un demi-siècle (Anderson 2017). Richement illustré avec près de 850 figures et synthétisant des informations éparpillées sur plusieurs décennies de publications, ce livre figurera sans aucun doute en bonne position dans de nombreuses bibliothèques et sera un compagnon de travail précieux.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albaba I. 2016 – The herpetofauna of Palestine: A preliminary checklist. *J. Entom. Zool. Stud.*, 4(4): 123-128.
- Al-Quran, S. 2010 – A herpetofaunal survey of Southern Jordan. *Herpet. Bull.*, 112: 7-13.
- Anderson S.C. 2017 – Book review “*Reptile Life in the Land of Israel*”. *Herpet. Rev.*, 47(4): 698-699.
- Attum O., Kramer A., Baha El Din S.M. 2013 – Thermal utility of desert vegetation for the Egyptian tortoise and its conservation implications. *J. Arid Envir.*, 96: 73-79.
- Bar A. & Haimovitch G. 2012 – *A field guide to reptiles and amphibians of Israel*. Pazbar Limited. i-x + 246 p.
- Carretero M.A., Fonseca M.M., Garcia-Munoz E., Brito J.C. & Harris J.D. 2011 – Adding *Acanthodactylus beershebensis* to the mtDNA phylogeny of the *Acanthodactylus pardalis* group. *North-Western J. Zool.*, 7(1): 138-142.
- Deepak V. 2011 – Survey of reptiles in and around St. Katherine, Sinai Peninsula, Egypt, 2011. *Operation Wallacea report-2011*. 16 p. [http://opwall.com/wp-content/uploads/opwall\\_sinai\\_reptile\\_report\\_2011.pdf](http://opwall.com/wp-content/uploads/opwall_sinai_reptile_report_2011.pdf).
- Duméril A.M.C. 1805 (1806) – *Zoologie Analytique, ou Méthode Naturelle de Classification des Animaux, Rendue plus Facile à l'Aide de Tableaux Synoptiques*. Allais, Paris. i-xxxii + 344 p.

- Espinoza (de) N.C., Rothenstein D., Salas A. & Werner Y.L. 1990 – Radiation and convergence among desert geckos: *Phyllodactylus* species resembling both *Ptyodactylus* and *Stenodactylus*. *Amphibia-Reptilia*, 11: 1-13.
- Fathinia B., Rastegar-Pouyani N., Rastegar-Pouyani E., Toodeh-Dehghan F. & Rajabizadeh M. 2014 – Molecular systematics of the genus *Pseudocerastes* (Ophidia: Viperidae) based on the mitochondrial cytochrome b gene. *Turk. J. Zool.*, 38: 575-581.
- Fattahi R., Ficetola F.G., Rastegar-Pouyani N., Avci A., Kumlutas Y., Ilgaz C. & Yousefkhani S.S.H. 2014 – Modelling the potential distribution of the Bridled Skink, *Trachylepis vittata* (Olivier, 1804), in the Middle East. *Zool. Middle East*, 60(3): 208-216.
- Figueroa A., McKelvy A.D., Grismer L.L., Bell C.D. & Lailvaux S.P. 2016 – A species-level phylogeny of extant snakes with description of a new colubrid subfamily and genus. *PLoS ONE*, 11(9): e0161070.
- Geniez P. 2015 – *Serpents d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé, Paris. 380 p.
- Goldberg S.R. 2012 – Notes on reproduction of the snake-eyed skink, *Ablepharus kitaibelii* (Squamata: Scincidae) from Israel. *Herpet. Bull.*, 122: 33-35.
- Goldberg S.R. 2013 – Reproduction in Bosk's Fringe-fingered Lizard, *Acanthodactylus boskianus* from Israel (Squamata: Lacertidae). *Zool. Middle East*, 59(1): 16-19.
- Goldberg S.R. 2015 – Reproduction in the Schokari sand racer, *Psammophis schokari* (Squamata: Colubridae) from Israel. *Herpet. Bull.*, 131: 22-23.
- Horesh S.J.A., Sivan J., Rosenstrauch A., Tesler I., Degen A.A. & Kam M. 2017 – Seasonal biotic and abiotic factors affecting hunting strategy in free-living Saharan sand vipers, *Cerastes vipera*. *Behav. Proc.*, 135: 40-44.
- Ibrahim A.A. 2013a – The Herpetology of the Suez Canal Zone, Egypt. *Vert. Zool.*, 63(1): 87-110.
- Ibrahim A.A. 2013b – Some aspects of ecology of the common chameleon, *Chamaeleo chamaeleon musae* (Squamata: Chamaeleonidae) in northern Sinai, Egypt. *Russ. J. Herpet.*, 20(3): 203-212.
- Ineich I. & Tellier J.-M. 1992 – Une glande supralabiale à débouché externe chez le genre *Echis* (Reptilia, Viperidae), cas unique chez les serpents. *C.-R. Acad. Sc. Paris*, 315: 49-53.
- Kapli P., Lymberakis P., Crochet P.-A., Geniez P., Brito J.C., Almutairi M., Ahmadzadeh F., Schmitz A., Wilms T., Pouyani N.R. & Poulakakis N. 2014 – Historical biogeography of the lacertid lizard *Mesalina* in North Africa and the Middle East. *J. Biogeogr.*, 42(2): 267-279.
- Lantz L.A. 1930 – Note sur la forme typique d'*Ophisops elegans* Ménétries. *Bull. Mus. Géorgie, Tbilissi*, 6: 31-42.
- Marx H. 1959 – Review of the colubrid snake genus *Spalerosophis*. *Fieldiana: Zool.*, 39(30): 347-361.
- Melnikov D.A. & Melnikova E.N. 2013 – Taxonomic diversity of the genus *Pseudotrapelus* (Agamidae; Sauria) and biogeography of Afro-Arabia. *Trudy Zool. Inst. RAN*, 317(4): 438-451.
- Melnikov D., Nazarov R., Ananjeva N. & Disi A. 2012 – A New Species of *Pseudotrapelus* (Agamidae, Sauria) from Aqaba, Southern Jordan. *Russ. J. Herpet.*, 19(2): 143-154.

- Melnikova E., Melnikov D. & Ananjeva N. 2015 – Mitochondrial and nuclear gene phylogeny of *Pseudotrapelus* (Sauria: Agamidae) with considerations on the hybridization and mtDNA introgression between species. *Russ. J. Herpet.*, 22(1): 61-67.
- Milto K.D. 2017 – New records of reptiles on the Red Sea coast, Egypt, with notes on zoogeography. *Russ. J. Herpet.*, 24(1): 11-21.
- Necas P. & Vigasova J. 2004 – Über das Vorkommen von *Mabuya quinquetaeniata* (Lichtenstein, 1823) (Reptilia: Sauria: Scincidae) im Sinai, Ägypten. *Sauria, Berlin*, 26(3): 13-14.
- Peled E., Ben-Shlomo R. & Shanas U. 2014 – Specialists may thrive in small habitats: the case of high genetic diversity within a confined gecko population. *J. Zool.*, 293(2): 100-107.
- Perry G. & Dmi'el R. 1995 – Urbanization and sand dunes in Israel: direct and indirect effects. *Israel J. Zool.*, 41: 33-41.
- Psonis N., Lymberakis P., Poursanidis D. & Poulakakis N. 2016 – Contribution to the study of *Acanthodactylus* (Sauria: Lacertidae) mtDNA diversity focusing on the *A. boskianus* species group. *Mitochondrion*, 30: 78-94.
- Qumsiyeh M.B., Zavala S.S. & Amr Z.S. 2014 – Decline in vertebrate biodiversity in Bethlehem, Palestine. *Jordan J. Biol. Sci.*, 7(2): 101-107.
- Roll U., Tallowin O., Berkowic D., Maza E., Ostrometzky Y., Slavenko A., Shacham B., Tamar K. & Meiri S. 2013 – Rueppel's Snake-eyed skink, *Ablepharus rueppellii* (Gray, 1839) (Reptilia: Squamata: Scincidae): distribution extension and geographic range in Israel. *Check List*, 9(2): 458-464.
- Rösler H. 2015 – Geckos aus der Zoologischen Staatssammlung München. 1. Teil: Afrika und Amerika, mit einer Übersicht zur morphologischen Variation arabischer und afrikanischer *Hemidactylus*-Arten. *Gekkota*, Supplement Nr. 2: 1-54.
- Rotem G., Gavish Y., Shacham B., Giladi I., Bouskila A. & Ziv Y. 2015 – Combined effects of climatic gradient and domestic livestock grazing on reptile community structure in a heterogeneous agroecosystem. *Oecologia*, 180(1): 231-242.
- Russell F.E. & Campbell J.R. 2015 – *Venomous terrestrial Snakes of the Middle East*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 186 p.
- Saint-Girons H. & Ineich I. 1993 – Données histologiques sur la glande labiale supérieure externe des Viperidae du genre *Echis*. *Amphibia-Reptilia*, 14: 315-319.
- Schätti B. 2004 – Morphology and systematics of *Platyceps rogersi* (Anderson, 1893) - a review of the situation (Squamata: Colubridae). *Herpetozoa*, 17(3/4): 161-174.
- Seifan M., Zohar Y. & Werner Y.L. 2016 – Reptile distribution may identify terrestrial islands for conservation: the Levant's 'Arava Valley as a model. *J. Nat. Hist.*, 50(43-44): 2783-2801.
- Shacham B., Federman R., Lahav-Ginott S. & Werner Y.L. 2015 – The northward extension of reptiles in the Palearctic, with the Jordan Valley (Israel) as a model: snakes outrace lizards. *J. Nat. Hist.*, 50(15-16): 1017-1033.
- Sivan J., Kam M., Hadad S., Degen A., Rozenboim I. & Rosenstrauch A. 2011 – Reproductive cycle of free-living male Saharan sand vipers, *Cerastes vipera* (Viperidae) in the Negev desert, Israel. *Gen. Comp. Endocr.*, 179: 241-247.
- Sivan J., Kam M., Hadad S., Degen A.A., Rozenboim I. & Rosenstrauch A. 2013 – Temporal activity and dietary selection in two coexisting desert snakes, the Saharan sand viper

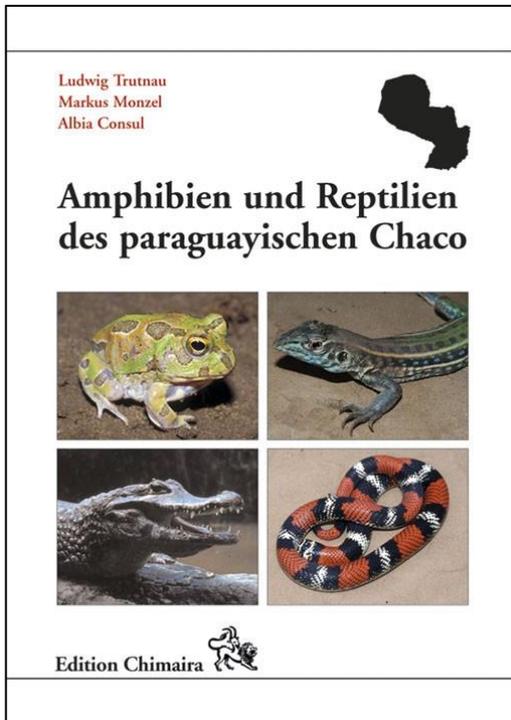
- (*Cerastes vipera*) and the crowned leafnose (*Lytorhynchus diadema*). *Zoology*, 116(2): 113-117.
- Smid J., Moravec J., Kratochvil L., Gvoždík V., Nasher A.K., Busais S.M., Wilms T., Shobrak M.Y. & Carranza S. 2013 – Two newly recognized species of *Hemidactylus* (Squamata, Gekkonidae) from the Arabian Peninsula and Sinai, Egypt. *ZooKeys*, 355: 79-107.
- Smith K.T., Maul L.C., Barkai R. & Gopher A. 2013 – To catch a chameleon or actualism vs. natural history in the taphonomy of the microvertebrate fraction at Qesem cave, Israel. *J. Archaeol. Sci.*, 40(8): 3326-3339.
- Stanner M. & Mendelsohn H. 1991 – Activity pattern of the desert monitor (*Varanus griseus*) in the southern coastal plain of Israel. *Mertensiella*, 2: 253-262.
- Tamar K., Carranza S., Sindaco R., Moravec J. & Meiri S. 2014 – Systematics and phylogeography of *Acanthodactylus schreiberi* and its relationships with *Acanthodactylus boskianus* (Reptilia: Squamata: Lacertidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 172(3): 720-739.
- Tamar K., Scholz S., Crochet P.-A., Geniez P., Meiri S., Schmitz A., Wilms T. & Carranza S. 2016a – Evolution around the Red Sea: systematics and biogeography of the agamid genus *Pseudotrapelus* (Squamata: Agamidae) from North Africa and Arabia. *Mol. Phyl. Evol.*, 97: 55-68.
- Tamar K., Smid J., Göcmen B., Meiri S. & Carranza S. 2016b – An integrative systematic revision and biogeography of *Rhynchocalamus* snakes (Reptilia, Colubridae) with a description of a new species from Israel. *PeerJ*, 4: e2769.
- Wagner P. & Crochet P.-A. 2009 – The status of the nomina *Trapelus savignyi* Audouin, 1827 and *Agama savignii* Duméril & Bibron, 1837 and the valid nomen of the Savigny's Agama (Sauria: Agamidae). *Zootaxa*, 2209: 57-64.
- Werner Y.L. 1987 – Herpetofauna and herpetology in Israel. *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 19: 6-8.
- Werner Y.L. 1995 – *A Guide to the Reptiles and Amphibians of Israel*. Nature Reserves Authority, "Yefe-Nof" Library, Jerusalem. 86 p.
- Werner Y.L., Korolker N., Sion G. & Göcmen B. 2016 – Bergmann's and Rensch's rules and the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*). *Biol. J. Linn. Soc.*, 117(4): 796-811.
- Wilms T. 2005 – *Uromastix*. *Natural History, Captive care, Breeding*. Herpeton, Offenbach, Germany. 143 p.
- Yaacov D.B., Arbel-Thau K., Zilka Y., Ovadia O., Bouskila A. & Mishmar D. 2012 – Mitochondrial DNA variation, but not nuclear DNA, sharply divides morphologically identical chameleons along an ancient geographic barrier. *PLoS ONE*, 7(3). doi: 10.1371/journal.pone.0031372.
- Yosef R., Roman J.R. & Zduniak P. 2012 – Habitat choice of Palestine Saw-Scaled Viper (*Echis coloratus*) in an extreme environment. *J. Herpet.*, 46(4): 671-674.

Ivan INEICH

Muséum national d'Histoire naturelle – Sorbonne Universités  
 Département de Systématique et Évolution,  
 UMR 7205 (CNRS, MNHN, UPMC, EPHE)  
 Institut de Systématique, Évolution et Biodiversité  
 57 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles & Amphibiens), F-75005 Paris

– Analyse d’ouvrage –

**Amphibien und Reptilien des paraguayischen Chaco**, par Ludwig Trutnau, Markus Monzel et Albia Consul. 2016 – Edition Chimaira (www.chimaira.de), Frankfurt am Main, Allemagne & Frankfurt Contributions to Natural History, volume 57. 542 pages + 1 carte. ISBN 978-3-89973-454-6 ; ISSN 1613-2327. Prix : 68 euros.



La République du Paraguay est un pays d’Amérique du Sud totalement enclavé (sans accès à la mer). Il s’étend sur 406 752 km<sup>2</sup> avec une population de 6 862 812 habitants en juillet 2016 (Anonyme 2017). Sa capitale, Asunción, se trouve sur le Río Paraguay. Le Paraguay comprend deux régions majeures séparées par le Río Paraguay : à l’est et au sud la partie la plus peuplée et au nord et à l’ouest le Gran Chaco (ou Chaco Boreal, Fig. 1).

Le Chaco ou Gran Chaco (« The Gran Chaco Ecoregion » selon le classement WWF) est une vaste zone de steppes partagée entre l’Argentine, la Bolivie, le Brésil et le Paraguay. Il est délimité à l’est par le Río Paraná (au sud) et le Río Paraguay (au nord) et à l’ouest par l’Altiplano andin. Le terme Chaco tire son origine du quechua *chaku* et signifie « (territoire de) chasse ». Géologiquement il s’agit d’un vaste bassin sédimentaire recouvert de matériaux issus de l’érosion

des massifs montagneux voisins (Andes et socle brésilien). Il forme la partie nord de la pampa dont il se différencie par la présence fréquente de bois et de forêts avec une dominance d’essences à bois durs. Au Paraguay, le Chaco couvre 246 925 km<sup>2</sup> soit 61 % de la superficie du pays. Il se différencie en Chaco sec et Chaco humide. Le Chaco sec comprend sensiblement les deux-tiers nord-ouest du Chaco. Sa végétation prédominante se compose d’une forêt basse épineuse avec quelques arbres plus grands émergents. L’eau y est rare et les inondations de courte durée. Cette zone, la plus préservée, est surtout menacée par les élevages bovins et les cultures de soja. Le Chaco humide se situe dans le tiers sud du Chaco paraguayen avec des extensions sur la rive Est du Río Paraguay. Il se caractérise par des inondations le long du Río Paraguay et du Río Pilcomayo et est occupé par une savane à palmiers avec une couverture arbustive occasionnelle et, dans les endroits élevés, des îlots de végétation comprenant des arbres émergents identiques à ceux du Chaco sec.



**Figure 1 :** Localisation géographique du Paraguay montrant le Gran Chaco paraguayen à l’ouest du Río Paraguay. Carte obtenue sur le site internet de la CIA (Anonyme 2017).

Figure 1: Geographical location of Paraguay showing the Paraguayan Gran Chaco west of the Río Paraguay. Map obtained on the CIA website (Anonyme 2017).

Cette région est historiquement exploitée pour l’agriculture. Deux vastes parcs nationaux protègent le Chaco au Paraguay : le *Parque Nacional Defensores del Chaco* (720 000 ha) et le *Parque Médanos del Chaco* (514 233 ha). La déforestation et les changements dans les pratiques agricoles menacent fortement cette région du monde particulièrement riche en biodiversité, y compris dans les zones protégées. La déforestation galopante atteint le taux alarmant de 1 000 ha par jour (Cacciali *et al.* 2016c).

Ce livre présente les Amphibiens et les Reptiles du Chaco paraguayen. Il a été rédigé par trois auteurs allemands dans leur langue maternelle. L’auteur principal, Ludwig Trutnau, était un herpétologiste amateur confirmé. Il a publié, depuis plus de 30 années, plusieurs ouvrages et articles concernant l’élevage ainsi que ses observations dans la nature et en

captivité, principalement d'espèces asiatiques, surtout des serpents venimeux. Il connaissait particulièrement bien l'Amérique du Sud où il s'était rendu à plus de vingt reprises. Trutnau est décédé durant l'été 2015 et ce livre est publié à titre posthume. Le second auteur, Markus Monzel, est un jeune généticien spécialisé dans la phylogéographie des crotalinés du genre *Bothrops*. Il est « external lecturer » à l'Université de Bâle en Suisse depuis 2011. Albia Consul, troisième auteur, est une jeune chercheuse allemande du Muséum d'Histoire naturelle de Stuttgart qui a principalement publié deux articles concernant les reptiles du Paraguay. L'équipe qui a rédigé cet ouvrage est par conséquent compétente et complémentaire.

Les Amphibiens et les Reptiles du Gran Chaco paraguayen répertoriés dans le livre comprennent 44 espèces d'Amphibiens (16 Leptodactylidae, 14 Hylidae, 5 Ceratophryidae, 6 Bufonidae, 2 Microhylidae, et 1 Odontophrynidae) et 96 espèces de Reptiles dont 10 espèces de tortues aquatiques et terrestres (7 Chelidae, 1 Kinosternidae, 2 Testudinidae), 3 espèces de crocodiles Alligatoridae, 25 espèces de Lézards (2 Anguinae, 2 Amphisbaenidae, 1 Iguanidae, 1 Polychrotidae, 4 Tropiduridae, 2 Gekkonidae, 2 Phyllodactylidae, 2 Gymnophthalmidae, 8 Teiidae, 1 Scincidae), et 58 espèces de Serpents (1 Leptotyphlopidae, 1 Typhlopidae, 4 Boidae, 6 Colubridae, 36 Dipsadidae, 1 Elapidae, 9 Viperidae), soit 140 espèces au total. Il s'agit donc d'une zone particulièrement riche et diversifiée. De nombreuses espèces sont originales par leur beauté et inhabituelles à nos yeux car l'herpétofaune du pays n'a fait l'objet que de peu de publications comparativement à celle d'autres pays du continent sud-américain.

L'ouvrage débute par un sommaire détaillé sur cinq pages à l'aide duquel chaque espèce décrite est facile à trouver. La page suivante est consacrée à un poème de Joseph Bruchac et à la courte biographie du poète. La préface qui suit est rédigée par le Prof. F.J. Obst du Muséum d'Histoire naturelle de Dresde qui précise que ce livre est le premier consacré à l'herpétofaune du Paraguay, ce qui n'est plus tout à fait exact car Cacciali *et al.* (2016c) ont publié, en 2016 également, un ouvrage de synthèse concernant les reptiles du pays. Auparavant, Norman (1994) avait de même consacré une monographie aux reptiles du Chaco du Paraguay. Obst rappelle ici le rôle prépondérant des grands explorateurs allemands sur le continent sud-américain et notamment de ceux qui ont étudié son herpétofaune (Alexander von Humboldt, le Prince Maximilian zu Wied-Neuwied, Friedrich August Wiegmann, Johann Baptist von Spix, Carl Friedrich von Martius et Hermann Burmeister). Ce point aurait pu être développé de façon plus approfondie dans le livre. On trouve ensuite cinq pages d'hommage à Ludwig Trutnau et d'explication de la genèse de l'ouvrage, rédigées par Gerold Schipper, responsable des éditions Chimaira, suivies par trois pages de préface rédigées par Trutnau.

Le corps de l'ouvrage débute par une présentation du Paraguay, de sa géographie, ses climats, sa géomorphologie et sa végétation illustrés par de belles cartes en couleur, montrant la topographie et le découpage administratif respectivement, puis deux courtes pages sur les menaces pesant sur l'herpétofaune de la région. Une carte en début d'ouvrage aurait toutefois pu localiser le Paraguay en Amérique du Sud. De nombreuses photographies en couleur montrent les différents habitats.

Les auteurs abordent ensuite la présentation détaillée des espèces rencontrées dans le Chaco paraguayen. Elle débute par les Tortues aquatiques et terrestres suivies des Crocodiliens, puis curieusement les Amphibiens sont traités avant de retourner aux Reptiles avec les Lézards et les Serpents. Etrange présentation ! Chaque espèce est considérée dans sa classe, son ordre, sa famille, puis son genre. L'ordre n'est pas toujours décrit, la famille jamais, mais le genre et les modifications les plus significatives de son contenu et de nos connaissances de ses affinités sont détaillés. La systématique familiale suit principalement

Zaher *et al.* (2009). Pour chaque espèce les auteurs indiquent de façon précise et complète la référence de sa description originale puis développent les changements systématiques récents sans toujours indiquer leurs sources bibliographiques. On trouve ensuite les noms communs de chaque espèce, en allemand, anglais, souvent en espagnol puis en guarani, et quelquefois encore dans d'autres langues de la région. Une rubrique décrit correctement l'espèce, sa morphologie et sa coloration, une autre sa répartition globale. Enfin les deux dernières rubriques concernent son habitat puis son écologie et son comportement. Ces dernières parties sont très intéressantes et s'appuient tant sur la littérature que sur les observations inédites des auteurs. Chacune des monographies d'espèce est largement illustrée par de nombreuses photographies magnifiques en couleur présentant l'espèce en gros plan et certains de ses traits caractéristiques, ses comportements et aussi son habitat. Le choix des photographies est particulièrement judicieux et original, de très bon goût et pertinent scientifiquement, avec la localité indiquée à chaque fois. Presque toutes les photographies concernent les animaux du Paraguay, rarement d'autres pays comme la Bolivie. Pour les Amphibiens, on trouve quelquefois des photographies de nids, de pontes, ou de têtards, et pour les Reptiles des œufs et des juvéniles de lézards et de serpents. Les prédateurs sont quelquefois représentés. Les espèces rares comme par exemple *Dracaena paraguayensis* sont illustrées, même par une seule photographie. Toutes ces photographies très bien reproduites sont numérotées mais ne sont jamais appelées dans le texte. Ceci est gênant car certaines photographies d'habitats sont légendées comme étant occupées par plusieurs espèces et il aurait alors été utile de les appeler dans le texte relatif à chacune de ces espèces. Les photographies proviennent de sources très diverses mais principalement d'herpétologistes allemands de terrain comme par exemple A. Kwet, K. Mebert, I. Pauler, T. Ziegler et, pour beaucoup, du premier auteur de l'ouvrage analysé ici.

On ne trouve aucune partie consacrée aux venins ou/et aux envenimations directement dans les monographies consacrées aux serpents venimeux. Cependant, tout à la fin de l'ouvrage, des pages 519 à 525, un texte est consacré à la description de cas de morsures et d'envenimations en Amérique du Sud (et non pas seulement au Paraguay) par les serpents Dipsadidés (Xénodontinés), Élapidés et Vipéridés. La conduite à tenir et les soins à prodiguer en cas d'envenimation ne sont pas indiqués. Les auteurs utilisent ici le terme Colubridés pour désigner les serpents responsables d'envenimations rassemblés plus haut dans l'ouvrage au sein des Dipsadidés ! Un glossaire de quatre pages précède la bibliographie de 13 pages. C'est une excellente carte non numérotée ni légendée des provinces administratives du Paraguay et des principales villes des pays voisins qui achève l'ouvrage.

Signalons ici qu'un travail récent de Cacciali *et al.* (2015) mentionne plusieurs espèces du Chaco paraguayen que l'on ne trouve pas dans l'ouvrage analysé ici : trois espèces de lézards (*Manciola guaporicola*, *Homonota cf. borelli* et *Ameivula abalosi*) et trois espèces de serpents (*Chironius maculiventris*, *Erythrolaprus lamadensis* et *Sibynomorphus lavillai*). De la même façon *Liolaemus chacoensis*, *Homonota borellii*, *Colobosaura modesta*, *Ameivula abalosi*, *Aspronema dorsivittatum*, *Copeoglossum nigropunctatum*, *Manciola guaporicola*, *Ophiodes luciae* et plusieurs autres espèces citées du Chaco paraguayen par Cacciali *et al.* (2016c) ne sont pas considérées, certainement parce que leur présence au Paraguay n'a été publiée qu'après l'achèvement du manuscrit. Les informations prodiguées par ce livre sont toutefois très riches, précises et souvent inédites. Signalons ici un oubli : le régime alimentaire du serpent *Mastigodryas bifossatus* peut également comprendre des poissons comme l'ont montré récemment Cacciali et Roa (2014). Parmi les taxons considérés dans l'ouvrage notons qu'une étude récente (Cacciali *et al.* 2016a) a montré que *Philodryas mottogrossensis* (cité dans l'ouvrage) est l'espèce qui occupe les formations végétales du

type Cerrado alors que *Philodryas erlandi* Lönnberg, 1902 (non cité) a été exclu de la synonymie de *P. matogrossensis* pour dénommer les populations du Chaco.

L'ouvrage est très agréable à la lecture et richement illustré par 846 photographies. L'espace est bien rempli et les pages blanches sont quasi-inexistantes. L'herpétofaune du Paraguay n'a été que récemment étudiée avec attention et la bibliographie est par conséquent relativement réduite. Nous avons trouvé quelques références importantes omises et en ajoutons également d'autres plus récentes qui n'ont pu être intégrées à l'ouvrage : Amaral 1950, Kluge 1964, Dixon 1989, Scott *et al.* 1991, Ziegler *et al.* 2001, Scott *et al.* 2006, Cacciali & Scott 2012, Gomes de Carvalho 2013, Cacciali & Roa 2014, Cabral & Bueno-Villafañe 2015, Cabral *et al.* 2015, Clegg 2015, Tedesco *et al.* 2015, Cacciali & Cabral 2015, Cacciali *et al.* 2016a,b,c, Teixeira *et al.* 2016.

Les références bibliographiques sont complètes mais les pages de Ziegler *et al.* (2002) ne sont pas indiquées (347-351). Les erreurs et omissions sont très rares, le livre ayant bénéficié d'un soin tout particulier qu'il faut souligner. Notons cependant page 514 l'emploi de *Crotalus horridus terrificus* pour *C. durissus terrificus*, les auteurs des familles qui sont mentionnés en début d'ouvrage puis disparaissent presque systématiquement ensuite (pages 317, 321, 326, 345, 362 et 477), ou encore l'absence de virgule entre auteur du taxon et année page 357 pour *Spilotes pullatus pullatus*. La présentation n'est quelquefois pas idéale pour le lecteur, par exemple à la page 364 où *Boiruna maculata* est présenté dans le genre *Clelia* alors que les auteurs expliquent clairement pourquoi le genre *Boiruna* a été créé pour deux espèces de ce groupe. La situation est identique pour l'Amphibien *Lysapsus limellum*, valide et reconnu dans l'ouvrage mais placé dans la partie relative au genre *Pseudis*. La famille des Hylidae doit être attribuée à Hylidae Rafinesque, 1815 et non pas Hylidae Hallowell, 1857 comme indiqué dans l'ouvrage. La famille des Amphisbaenidae doit être attribuée à Amphisbaenidae Gray, 1825 et non pas Amphisbaenidae Gray, 1865 (page 238). La famille des Testudinidae doit être attribuée à Testudinidae Batsch, 1788 et non pas Testudinidae Rafinesque, 1815 comme on peut le lire à la page 56. Ce livre aurait pu fournir des cartes de répartition mais ce n'était sans doute pas son but et finalement on ne s'attend pas trop à les y trouver, idem pour les clés d'identification. Il est plutôt à considérer comme un travail préliminaire de présentation de l'herpétofaune, qui sera la base d'atlas plus cartographiques incluant des clés d'identification, ce qui a finalement été fait par Cacciali *et al.* (2016c) presque de façon simultanée. Cacciali *et al.* (2016c) proposent d'excellentes cartes de répartition mais aussi une liste des synonymes et chrysonymes. Leur travail complète parfaitement le présent ouvrage.

J'ai beaucoup apprécié ce livre pour différentes raisons. La première est qu'il constitue un document de qualité pour une région avec peu d'informations synthétiques récentes. La deuxième car les informations d'histoire naturelle qu'il contient sont inédites et très riches, basées sur les observations des auteurs et une minutieuse synthèse des données bibliographiques. Enfin parce que ses 836 figures mettent à notre disposition des photographies magnifiques, pour la plupart inédites, d'espèces rarement vues auparavant. Beaucoup de ces espèces sont splendides, tout particulièrement certains amphibiens. Bien qu'il soit écrit en allemand et légèrement incomplet, ce livre constituera sans aucun doute un document apprécié et utile pour connaître l'herpétofaune de l'un des hotspots les plus remarquables du continent sud-américain, d'autant plus s'il est associé au travail récent et complémentaire de Cacciali *et al.* (2016c).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amaral A. do 1950 – Two new South American lizards. *Copeia*, 1950(4): 281-284.
- Anonyme 2017 – *The CIA World Factbook*. Accessible en ligne à l'adresse : <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/pa.html>
- Cabral H. & Bueno-Villafañe D. 2015 – The genus *Philodryas* (Wagler, 1830) (Serpentes: Dipsadidae) in Paraguay: distribution and ecological affinities. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.*, 19(1): 5-18.
- Cabral H., Piatti L., Leandro de Souza F., Scrocchi G. & Ferreira V.L. 2015 – *Xenodon pulcher* (Jan, 1863) (Serpentes: Dipsadidae) first record for Brazil and a distribution extension. *Herpetology Notes*, 8: 361-364.
- Cacciali P. & Cabral H. 2015 – The genus *Chironius* (Serpentes, Colubridae) in Paraguay: composition, distribution, and morphology. *Basic Appl. Herpet.*, 29: 51-60.
- Cacciali P. & Roa M.N. 2014 – Probable piscivoría en *Mastigodryas bifossatus* (Serpentes: Colubridae). *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, 25(1): 29-31.
- Cacciali P. & Scott N.J. 2012 – Revision del género *Ophiodes* de Paraguay (Squamata; Anguillidae). *Bol. Soc. Zool. Uruguay (2ª época)*, 21(1-2): 1-8.
- Cacciali P., Cabral H. & Yanosky A.A. 2015 – Conservation implications of protected areas' coverage for Paraguay's reptiles. *Parks*, 21.2: 101-119.
- Cacciali P., Cabral H., Ferreira V.L. & Köhler G. 2016a – Revision of *Philodryas mattogrossensis* with the revalidation of *P. erlandi* (Reptilia: Squamata: Dipsadidae). *Salamandra*, 52(4): 293-305.
- Cacciali P., Morando M., Köhler G. & Avila L.J. 2016b – On the distribution of the genus *Teius* Merrem, 1820 (Reptilia: Squamata: Teiidae). *Zootaxa*, 4136(3): 491-514.
- Cacciali P., Scott N.J., Aquino Ortíz A.L., Fitzgerald L.A. & Smith P. 2016c – The Reptiles of Paraguay: Literature, Distribution, and an Annotated Taxonomic Checklist. Special Publication of The Museum of Southwestern Biology Number 11, The University of New Mexico, Albuquerque. 373 p. (<https://repository.unm.edu/handle/1928/32390>).
- Clegg J.R. 2015 – *Leptophis ahaetulla marginatus* (Southern green parrot snake): Behaviour. *Herpet. Bull.*, 131: 26-27.
- Dixon J.R. 1989 – A key and checklist to the neotropical snake genus *Liophis* with country lists and maps. *Smiths. Herpet. Inf. Serv.*, 79: 1-28.
- Gomes de Carvalho A.L. 2013 – On the distribution and conservation of the South American lizard genus *Tropidurus* Wied-Neuwied, 1825 (Squamata: Tropiduridae). *Zootaxa*, 3640(1): 42-56.
- Kluge A. 1964 – A revision of the South American Gekkonid lizard genus *Homonota* Gray. *Amer. Mus. Novit.*, 2193: 1-41.
- Norman D.R. 1994 – *Anfibios & reptiles del Chaco Paraguayo. Tomo I - Amphibians and reptiles of the Paraguayan Chaco. Volume I*. Publié par l'auteur, San José, Costa Rica. vi + 281 p.
- Scott N.J., Aquino A.L. & Fitzgerald L.A. 1991 – Distribution, habitats, and conservation of the caimans (Alligatoridae) of Paraguay. *Vida Silvestre Neotropical*, 2(2): 43-51.

Scott N.J., Giraudo A.R., Scrocchi G., Aquino A.L., Cacciali P. & Motte M. 2006 – The genera *Boiruna* and *Clelia* (Serpentes: Pseudoboini) in Paraguay and Argentina. *Pap. Avul. Zool., Sao Paulo*, 46(9): 77-105.

Tedesco M.E., Yanosky A.A., Ruiz Garcia J.A., Motte M., Céspedes J.A. & Alvarez B.B. 2015 – Distribución de las especies *Notomabuya frenata* y *Copeoglossum nigropunctatum* (Squamata: Scincidae) en el Gran Chaco Americano. *Facena*, 31: 59-63.

Teixeira M. Jr., Prates I., Nisa C., Camarao Silva N.S., Strüssmann C. & Rodrigues M.T. 2016 – Molecular data reveal spatial and temporal patterns of diversification and a cryptic new species of lowland *Stenocercus* Duméril & Bibron, 1837 (Squamata: Tropiduridae). *Mol. Phyl. Evol.*, 94: 410-423.

Zaher H., Grazziotin F.G., Cadle J.E., Murphy R.W., de Moura-Leite J.C. & Bonatto S.L. 2009 – Molecular phylogeny of advanced snakes (Serpentes, Caenophidia) with an emphasis on South American xenodontines: a revised classification and descriptions of new taxa. *Pap. Avul. Zool., Sao Paulo*, 49(11): 115-153.

Ziegler T., Lehr E. & Unger J. 2001 – Zur Kenntnis von *Psomophis genimaculatus* (Boettger, 1885) in Paraguay unter besonderer Berücksichtigung des Defensiv-Verhaltens. *Herpetofauna*, 23(132): 19-23.

Ivan INEICH

*Muséum national d'Histoire naturelle – Sorbonne Universités*

*Département de Systématique et Évolution*

*UMR 7205 (CNRS, MNHN, UPMC, EPHE)*

*Institut de Systématique, Évolution et Biodiversité*

*57 rue Cuvier, CP 30 (Reptiles & Amphibiens)*

*F-75005 Paris*