

Bulletin de la Société Herpétologique de France

3^e et 4^e trimestres 2004

N°111-112



SOMMAIRE

- **Le Crocodile du Nil, *Crocodylus niloticus* Laurenti, 1768 dans le Tagant (Mauritanie)**
Pascal LLUCH, Seved ROBIN et Jean LESCURE5-23
- **Communautés d'amphibiens des bassins d'eau de pluie autoroutiers du sud-est de la France**
Olivier SCHER et Alain THIÉRY25-36
- **Nouvelles données sur la répartition et l'écologie de reproduction de *Bufo brongersmai*, *B. viridis* et *B. mauritanicus* (Anoura, Bufonidae) dans les Jbiletz centrales (Maroc)**
Michaël GUILLON, Gwendoline LE LIARD et Tahar SLIMANI37-48
- **Répartition, habitat et conservation des amphibiens du Pays de Herve (Belgique)**
Mathieu DENOËL49-77
- **Bulletin de liaison**79-96

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

3^e et 4^e trimestres 2004

N°111-112

CONTENTS

- **The Nil Crocodile *Crocodylus niloticus* in Tagant region (Mauritania)**
Pascal LLUCH, Seved ROBIN and Jean LESCURE5-23
- **Amphibian communities in stormwater detention ponds along roads of Southeast France**
Olivier SCHER and Alain THIÉRY25-36
- **News data on distribution and reproductive ecology of *Bufo brongersmai*, *B. viridis* and *B. mauritanicus* (Anoura, Bufonidae) in the Central Jbilet (Morocco)**
Michaël GUILLON, Gwendoline LE LIARD and Tahar SLIMANI37-48
- **Repartition, habitat and conservation of amphibians in Pays de Herve (Belgium)**
Mathieu DENOËL49-77
- **Information**79-96

Le Crocodile du Nil, *Crocodylus niloticus* Laurenti, 1768 dans le Tagant (Mauritanie)

par

Pascal LLUCH⁽¹⁾, Seved ROBIN⁽²⁾ et Jean LESCURE⁽³⁾

⁽¹⁾Agence saharienne "Hommes et Montagnes"
Montchaffrey, 38410 Vaulnaves-le-Bas
(pascal@hommes-et-montagnes.fr)

⁽²⁾35 rue Bonaparte, 75006 Paris
(steph1robin@yahoo.com)

⁽³⁾Département systématique (reptiles et amphibiens),
Muséum national d'histoire naturelle, 25 rue Cuvier, 75005 Paris
(lescure@mnhn.fr)

Résumé - *Crocodylus niloticus* est toujours dans le Tagant, à la limite sud du Sahara, en Mauritanie. En plus de Matmata et El Gheddiya, sept localités nouvelles pour l'espèce ont été trouvées : Legleitat el Khadra, M'cherba, Ch'bayer, R'zembou, Amzouzeff, Ederoum et Laout. En Mauritanie, hors du Tagant, il y a aussi des Crocodiles du Nil à Tamchakett (Affolé), dans le Hodh (Ayoun el Trouss, Kiffa) et l'Assaba. Il n'y a pas de *Crocodylus cataphractus* dans le Tagant.

Mots-clés : Crocodiles, Biogéographie, Tagant, Mauritanie.

Summary - The Nil Crocodile *Crocodylus niloticus* in Tagant region (Mauritania). *Crocodylus niloticus* still remains in the Tagant in the southern limit of Sahara in Mauritania. Seven new species localities, in addition of Matmata and El Gheddiya, are discovered: Legleitat el Khadra, M'cherba, Ch'bayer, R'zembou, Amzouzeff, Ederoum and Laout. In Mauritania, out of Tagant, Nile Crocodiles are in Tamchakett (Affolé), Hodh (Ayoun el Trouss, Kiffa) and Assaba. *Crocodylus cataphractus* is not present in Tagant.

Key-words: Crocodiles, Biogeography, Tagant, Mauritania.

I. INTRODUCTION

Les explorateurs et les naturalistes ont été étonnés de la présence de Crocodiles, animaux aquatiques par excellence, dans le désert saharien, le plus grand désert du monde, mais ce sont des témoins reliques d'un climat anciennement plus humide et d'un réseau hydrographique différemment agencé jadis.

Le Crocodile du Nil a été signalé en plein Sahara, dans le Tassili des Ajers (Aucapitaine 1859, Duveyrier 1864, von Bary 1898, Foureau 1905, Pellegrin 1911, Gardel 1914 mais publié en 1961). Le dernier Crocodile vu dans cette région est le fameux spécimen mesurant 2,02 m, tué en 1924 à l'oued Ahrir (= Iherir), affluent de l'Ihmirou, entre Illizy (ex Fort-Polignac) et Djanet, envoyé à Alger par le Lieutenant Beauval et conservé à la Faculté des Sciences de cette ville (Anonyme 1925, Seurat 1930, Lhote 1961). Depuis 1924, aucun Crocodile n'a été signalé du Tassili des Ajers, malgré les voyageurs, naturalistes et scientifiques qui y sont passés (Lhote 1951, 1961 ; Le Berre 1986, 1989).

Cependant, il existe deux populations résiduelles de *Crocodylus niloticus*, non dans le Sahara proprement dit mais à sa limite méridionale au nord du Sahel, dans des zones comprises entre les isohyètes 100 et 250 mm. L'une est celle d'Archeï dans l'Ennedi, au sud-est du Tibesti (Tchad) (Tilho 1919, Petit 1937, Tubiana 1995). L'autre est celle du Tagant en Mauritanie.

La population du Tagant, méconnue jusqu'à ces dernières années, a été découverte en 1905, pendant la mission Coppolani d'exploration du Tagant et de l'Adrar, par Robert Arnaud (1906), administrateur à Dakar et membre de cette mission. Elle a été observée ensuite par le capitaine Huguet (1927), en 1934 par Théodore Monod (1937) et en 1937 par Odette du Puigaudéau (1949). Depuis sa découverte, l'existence de cette population a toujours été affirmée et n'a jamais été démentie ni déclarée comme éteinte (Joleaud 1933, Villiers 1958, Le Berre 1989). Cependant, on sait peu de choses sur les caractères particuliers, la répartition et l'écologie de cette population. Depuis une quarantaine d'années, on n'avait pas d'informations précises sur les Crocodiles du Tagant et on pouvait se poser des questions sur la survie de cette population isolée et fragile après les très fortes années de sécheresse récentes, l'augmentation de la population humaine, le surpâturage et peut-être le développement de la chasse.

Un groupe d'étudiants (Seved Robin, Danaë Riboud et Eric Marcellin) a voulu aller voir sur place en 1993 et a retrouvé des Crocodiles sur plusieurs sites. Pascal Lluch, guide et organisateur de voyages pédestres au Sahara, sillonne les massifs de Mauritanie depuis 1994, s'intéresse aux Crocodiles du Tagant et a fait de nombreuses prospections ces dernières années (Lluch 2001). Grâce à ces observations, la présence du Crocodile du Nil dans le Tagant est confirmée et sa répartition précise peut être présentée.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

A. Le milieu

La Mauritanie est en grande partie constituée de vastes cuvettes et plaines, largement recouvertes de sable (fig. 1). Les principaux reliefs, l'Adrar, le Tagant et l'Assaba/Affolé, sont échelonnés du nord au sud dans le centre du pays. Ces massifs tabulaires de grès à quartzite sont profondément entaillés par des oueds.

Situé à une latitude de 18°N, le Tagant est un plateau d'une altitude moyenne de 400 m, s'inclinant en pente douce vers le nord-ouest et se terminant au sud-ouest et à l'est par une falaise de 150 à 300 m de haut. Au nord, il s'enfonce dans les sables dunaires de la vallée fossile d'El Khatt, qui le sépare géographiquement de l'Adrar ; au sud il est prolongé par l'Assaba.

Le massif est incisé par un système d'oueds, trois bassins principaux sont distingués dans le réseau hydrographique du Tagant : celui de l'oued El Abiod au nord, celui de l'oued Tidjikja à l'est et le Krâ n'Naga au centre. Les oueds Tidjikja et El Kh'bou vont vers El Khatt, au nord. Les oueds Guelaga, Iguerjane, Lagh'nem R'kouz et Aghmis'teïdoun se déversent à l'extérieur du massif, au sud. Le Krâa n'Naga, qui traverse le plateau d'est en ouest et en collecte la plupart des eaux, débouche à Tartega par une chute d'eau et forme l'oued Matmata, puis s'écoule dans la Tamourt n'Nâaj. Cette cuvette inondée, large de 3 km, s'étale en plaine sur près de 50 km, après la saison des pluies (août-septembre), et reste plus ou moins en eau pendant plusieurs mois. Anciennement connectée au Gorgol par la dépression d'El Khatt, colmatée aujourd'hui par les sables, la Tamourt se déverse maintenant dans le lac de Gabbou (hippopotame en Soninké), dont le diamètre peut atteindre 5 à 10 km. L'oued El Abiod termine aussi sa course dans Gabbou. Le réseau hydrographique du Tagant n'a donc plus de communication avec le bassin du fleuve Sénégal.

Dans le lit des oueds, l'érosion différentielle provoque des seuils et des étranglements rocheux, des surcreusements ou des marmites de géant : ce sont les gueltas. Parfois, des rochers ou une dalle inclinée fait barrage, d'autres fois l'érosion a creusé des excavations au bas des falaises surplombant les gueltas. Celles-ci sont très dispersées sur l'ensemble des affluents de la Krâa n'Naga et sont, pour la plupart, inaccessibles en véhicule. Les gueltas permanentes constituent l'habitat des Crocodiles.

Par son relief et avec l'influence successive, au cours de l'année, des alizés continents, maritimes et des remontées d'air humide tropical (moussons d'été), le Tagant bénéficie

d'une pluviosité supérieure (160 mm entre 1941-1970 et 90 mm entre 1970-1980) à celle des régions situées à la même latitude, à l'est comme à l'ouest. C'est une presque île sahélienne s'avancant dans un environnement saharien. Cette situation et ces conditions microclimatiques particulières permettent à une flore et à une faune "tropicales" de se maintenir plus au nord qu'ailleurs en Afrique Occidentale.

Le Tagant était un pays bien boisé au début du XX^e siècle (Arnaud, 1906) et sa dénomination, probablement d'origine berbère, signifierait "Petite Forêt". Parmi les nombreuses espèces d'Acacias présentes, les Amours, *Acacia nilotica*, sont les beaux arbres emblématiques des zones boisées inondables, que l'on appelle "tamourts".

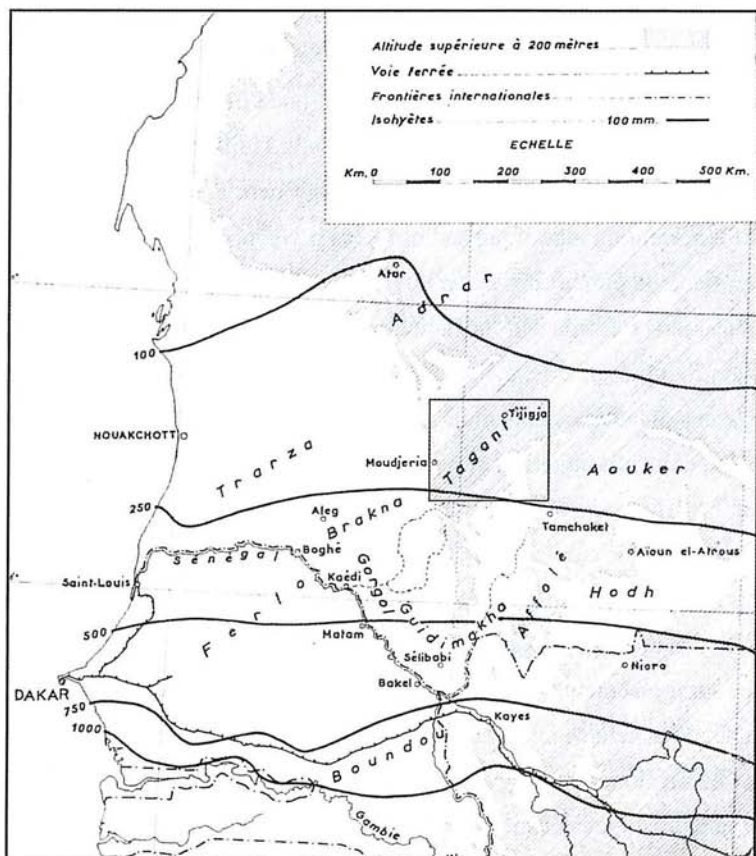


Figure 1 : Carte de la Mauritanie.

Figure 1: Map of Mauritania.

Une flore riche et variée, à dominante sahélienne comme *Cenchrus biflorus* (Initi, pseudo Cram-cram), *Combretum glutinosum* (Tikfit), *Boscia senegalensis* (Eïzzen) et *Hyphaene thebaica* (Palmier doum), subsiste dans les oueds mais une végétation moins riche, plus saharienne comme *Stipagrostis pungens* (Sbot), *Panicum turgidum* (Morkba), *Cornulaca monacantha* (Hâd), vit sur les plateaux. On rencontre quelques baobabs sur les plateaux ou dans certains oueds.

Le Tagant abrite, en plus du Crocodile du Nil, d'autres témoins d'une faune sahélienne résiduelle : des Singes, *Erythrocebus patas* (Patas ou Singe rouge) et *Papio papio* (Babouin de Guinée), le Caracal, *Caracal caracal*, la Pintade, *Numida meleagris galeata*, des Reptiles comme le *Varanus niloticus* (Varan du Nil), la Tortue sillonée, *Geochelone sulcata*, des Amphibiens comme la Grenouille occipitale, *Hoplobatrachus occipitalis*, et des Poissons comme les Silures, *Clarias anguillaris*. Les Zébus (*Bos indicus*) peuvent y paître en maints endroits propices. Girafes, Éléphants, Guépards, Panthères, Antilopes et Phacochères y ont vécu jusqu'à ces derniers temps mais ont disparu depuis 30-50 ans, victimes de la chasse et non de changements climatiques. Chudeau (1921) a écrit que le Lion suivait les troupeaux pendant la saison des pluies et atteignait ainsi, "au moins accidentellement" la Tamourt n'Nâaj.

La population humaine estimée à plus de 100 000 habitants, n'excède pas 2 hab/km² et se trouve essentiellement dans la plaine de la Tamourt n'Nâaj et à Tidjikja, chef-lieu de la région.

B. La prospection

L'expédition de Seved Robin, Danaë Riboud et Eric Marcellin est partie de Nouakchott le 3 août 1993 et a abordé le massif du Tagant par Moudjéria, le 4 août. Du 4 au 17 août, elle a parcouru le plateau selon un itinéraire dont les seules étapes prédéterminées étaient la guelta de Matmata, non loin de N'beika, et le barrage d'Ederoum, près de Tidjikja. Au gré des indications recueillies, auprès le plus souvent de bergers, parfois de cultivateurs, d'autres gueltas, dont certaines très intéressantes ne figurant pas sur la carte IGN au 1/200 000, ont été visitées.

Pascal Lluch a prospecté dans le quadrilatère Moudjéria-Ksar el Barka-Tidjikja-Djoûk (soit environ 12 000 km² depuis 1996, particulièrement en novembre 1999, février, mars 2000, janvier, février, mars 2001, mars 2002, février 2003.

III. RÉSULTATS

A. Gueltas de la Krâa n'Naga (fig. 2)

La Tamourt, le Boulboul et le Matmata forment un seul et même oued. Les nomades ont l'habitude de donner un nom différent à chaque portion d'oued entre deux affluents. La Krâa n'Naga proprement dite désigne plutôt le bassin collecteur, qui traverse le plateau d'El Gheddiya à N'beika ; il est orienté approximativement nord-est/sud-ouest jusqu'à Amzouzef et bifurque alors en direction nord-ouest. Il passe par Rh'Zembou, à 17 km d'Amzouzef.

1. Guelta de Tartega (ou de Matmata)

Matmata est le nom de l'oued plutôt que de la très belle guelta permanente, qui a pris le nom du petit village d'à côté : Tartega. La guelta est à une vingtaine de kilomètres au sud-est de N'beika, en amont de la grande plaine alluviale de la Tamourt n'Nâaj et au débouché d'un profond défilé. Située au bas d'une falaise haute de 20 à 50 m (fig. 3), elle est alimentée par une chute d'eau qui a creusé une marmite de géant. En saison des pluies, elle a une surface d'environ 1 000 m², une profondeur de 12,5 m (mesurée le 6 août 1993) et la température de l'eau y était de 29°C entre 0 et 2 m de profondeur. On y voit beaucoup de petits Silures, *Clarias anguillaris*.

La présence de Crocodiles à Matmata a été observée et signalée au début du xx^e siècle par Robert Arnaud (1906), Huguet (1927), Théodore Monod (1937) et Odette du Puigaudeau (1949). En janvier 1990, Guy du Peloux y a vu deux individus (comm. pers. à Lluch)

L'équipe Robin n'a pas vu de Crocodiles dans la grande guelta, les 5-6 août 1993, mais elle a vu les traces fraîches d'un individu d'environ 1,50 m, aperçu la veille à 14 h, par un cultivateur dans un champ de sorgho, situé entre deux bras de l'oued, à l'ouest de N'beika. Pendant la saison des pluies, les Crocodiles se dispersent dans les mares temporaires de l'oued Matmata et surtout dans la Tamourt n'Nâaj. En octobre 2000, un Crocodile a été tué à coups de pierres et de bâton entre N'beika et Matmata.

À Tartega, le cadavre d'un Crocodile d'environ 1,50 m, tué à la guelta, en 1992, par un jeune homme du village et déposé ensuite à l'écart des maisons, a été signalé à l'expédition Robin. La tête et des os de ce spécimen ont été prélevés et donnés au Muséum national d'histoire naturelle de Paris, ils ont été déterminés comme *Crocodylus niloticus* par Roger Bour et enregistrés dans la collection nationale Reptiles et Amphibiens sous les n° MNHN 1993-5805 et 5806.

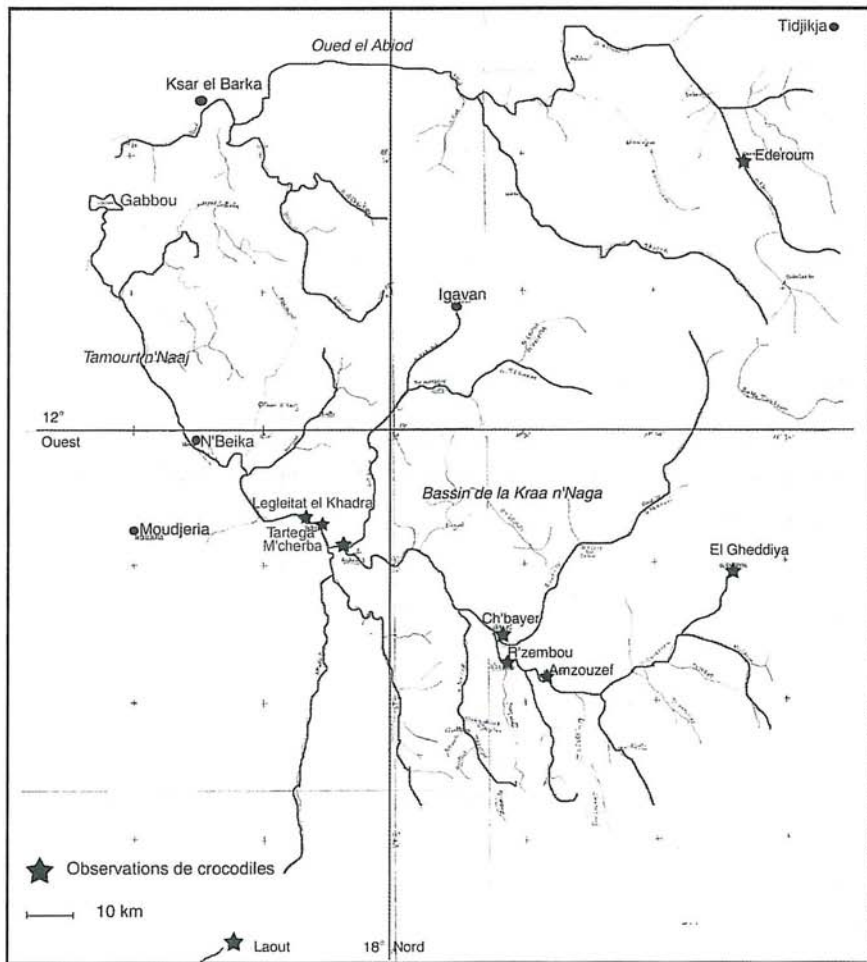


Figure 2 : Répartition du Crocodile du Nil dans le Tagant.

Figure 2: Distribution of the Nil Crocodile in the Tagant region.

Lluch n'a pas vu de Crocodiles à la grande guelta de Tartega lors de ses trois passages en janvier-février 2000 mais en a vu un de 1,50 m, le 21 janvier 2001 à 16h30. Le Crocodile était au soleil sur la pente du bourrelet sableux bordant l'eau, sa queue touchait l'eau ; à l'approche, il est entré dans l'eau, a traversé lentement la guelta vers la chute d'eau, s'est installé sur une dalle un peu au-dessus de l'eau et l'a observé. Cinq crocodiles ont été vus à la guelta en automne 2000 par le guide Mohammed Ould Beyrou (comm. pers. à Lluch). Huit individus ont été vus, la nuit à la lampe, entre l'accès voiture et la guelta, en octobre 2000 par Luc



Figure 3 : Guelta de Tartega (photo de P. Lluch).

Figure 3: Guelta of Tartega (photo by P. Lluch).

Fougeirol (comm. pers. à Lluch). Le 15 mars 2002, 7-8 individus ont été vus par Lluch à la guelta, dans l'eau et sur les rives sableuses ou rocheuses. Les pêcheurs de Silures (*Clarias anguillaris*) avaient tué un jeune de 0,85 m peu de temps auparavant. Présence dans tout le secteur du Varan semi-aquatique de l'Afrique tropicale, *Varanus niloticus*.

2. Legleitit el Rhadra

En aval de la guelta de Tartega, il y a une autre guelta, assez grande (environ 500 m²) et entourée de blocs rocheux, dans le premier coude à gauche de l'oued entre le village de Tartega et la grande guelta de la chute d'eau. Lluch y a observé un individu de 0,90 m en janvier 2000 et un de 1 m le 21 janvier 2001. Des crocodiles y sont vus régulièrement par les touristes.

3. Nouadar

La guelta de Nouadar, dans l'oued du même nom, se déverse dans la Tamourt n'Nâaj, en aval de Tartega. Elle est grande, environ 800 m², à seuil rocheux (15 m) et avec une grande rive sableuse. Aucun indice ou témoignage de la présence de Crocodile recueilli par Lluch, lors de son passage en février 2000, observation seulement d'une trace de *Varanus niloticus*.

4. M'Cherba

En amont de la chute d'eau de la guelta de Tartega, il y a un défilé et venant du sud-ouest, l'oued Boulboul. Dans cet oued il y a, sur 600-800 m, une suite de trois gueltas permanentes de surcreusement sableux, longues chacune d'environ 50 m (fig. 4).

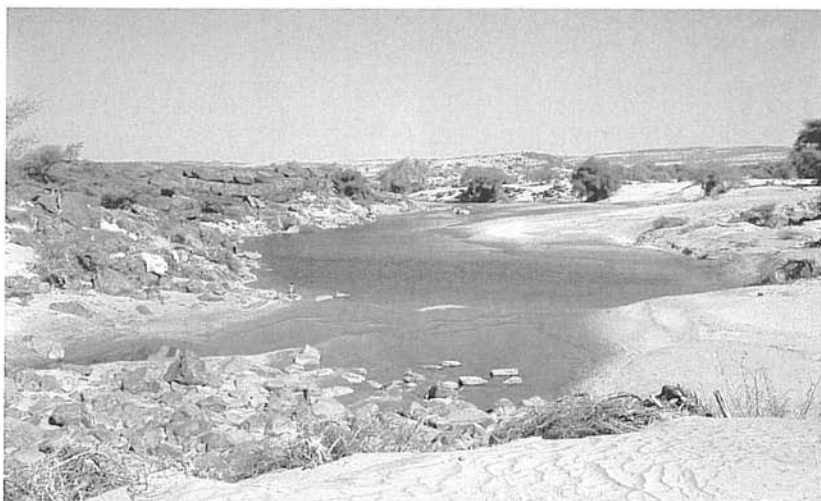


Figure 4 : Guelta de M'Cherba (photo de P. Lluch).

Figure 4 : Guelta of M'Cherba (photo by P. Lluch).

Le 11 février 2000, Lluch a observé dans la principale guelta un individu massif d'au moins 2 m (3 m selon Luc Fougéirol d'après les photographies), se chauffant au soleil sur une dalle (fig. 5). Le même jour, un petit individu a été vu nageant dans l'eau transparente d'une petite guelta et, en remontant l'oued à pied, un individu d'environ 1 m a été surpris dans une autre guelta. Aucun indice de la présence de Crocodiles n'a été décelé plus loin, après un coude de l'oued vers l'est. Le cadavre d'un individu, tué autour du 15 décembre 1999 après une attaque sur un mouton, a été mesuré (1,70 m) et rapporté au Muséum de Paris. Le 22 février 2001, un Crocodile de 1-1,20 m a été vu sur une petite dalle dans la première guelta et un de 1,70 m dans la guelta principale. Pendant la nuit, 3 jeunes de 35-40 cm ont été observés dans 60 cm d'eau, sur la bordure amont de la guelta principale, où le fond plus ou moins encombré de roches procure de multiples caches.

Sur le site de M'Cherba, il y a au moins trois individus différents, un grand et deux petits, revus le 15 mars 2002 et de même taille en 2002 qu'en 2001. Il y a aussi des juvéniles

de l'année et donc de la reproduction. Présence de *Varanus niloticus* dans la guelta. Un cadavre d'une jeune *Geochelone sulcata* a été trouvé à proximité de la guelta.



Figure 5 : Crocodile sur une dalle au bord de la guelta de M'Cherba (photo de P. Lluch).

Figure 5: Crocodile on a stone slab at the edge of guelta of M'Cherba (photo by P. Lluch).

5. Ch'bayer

C'est une autre guelta de l'oued Boulboul, une guelta de seuil rocheux d'environ 500 m², paraissant profonde, à l'eau vert foncé, où beaucoup de dromadaires viennent s'abreuver. Le 12 février 2000, des traces de Crocodiles (un grand et des petits) y ont été vues par Lluch (fig. 6), un individu s'approchant de l'eau a été photographié (fig. 7) et un cadavre d'un individu de 1,75 m a été trouvé dans le sable de l'oued, 200 m en aval de la guelta ; il aurait été tué en décembre 1999 parce qu'il aurait attaqué un mouton.

6. Tinaouden

Cette guelta est située dans l'oued Tegnent, un affluent du Boulboul. Elle est subcirculaire, de seuil rocheux, entourée de deux promontoires, et a encore une superficie de 500 m² en février 2000. Aucun indice de la présence de Crocodile n'est décelé et les nomades du

secteur disent qu'il n'y en a pas. Tin Ouadin, mentionné par Joleaud (1933), et cité par Lhote (1961) et Shine *et al.* (2001), se rapporte sans doute à Tinouaden.



Figure 6 : Traces de Crocodiles au bord de la guelta de Ch'Bayer (photo de P. Lluch).

Figure 6: Tracks of Crocodiles at the edge of guelta de Ch'Bayer (photo by P. Lluch).

7. Rh'Zembou

Cette guelta est située entre l'oued Boulboul et la Krâa n'Naga proprement dite, à 10-15 km à vol d'oiseau d'Amzouze. En août 1993, Éric Marcellin a pu photographier un individu de 2 m environ, qui était sur la berge sableuse et a plongé ensuite dans la guelta. Le 12 février 2000, Lluch y a vu un Crocodile sur la rive sableuse, un berger en avait vu trois le matin.

8. Amzouze

La guelta est sur un gradin du plateau qui domine l'oued. Robin et son équipe y ont vu deux belles traces d'individus de 1,50-2 m sur le sable de la berge. Les enfants du petit campement se baignent dans la guelta sans la moindre appréhension, aucun accident n'a été rapporté. Le 14 février 2000, un Crocodile allongé sur le sable a plongé dans la guelta à l'approche de Lluch et en est ressorti pour se mettre dans une cavité. Un vieux berger Ida-ou-Ali lui a dit qu'il y a seulement deux Crocodiles dans cette guelta, un gros, celui de la cavité, et un petit en face, où des traces ont été vues.



Figure 7 : Crocodile au bord de la guelta de Ch'bayer (photo de P. Lluch).

Figure 7: Crocodile at the edge of the guelta of Ch'bayer (photo by P. Lluch).

9. Gueï

La Guelta est au bas d'un seuil rocheux de 15 m, sans rive sableuse et d'environ 400 m² en février 2000. Elle s'assèche avant la saison des pluies et n'abrite plus de Crocodiles depuis les années soixante, selon un vieil Ida-ou-Ali rencontré sur place.

10. El Gheddiya

El Gheddiya, à 80 km au sud de Tidjikja, est situé sur le haut du bassin de la Krâa n'Nâ-ga mais il peut exister des gueltas en amont.

La guelta d'El Gheddiya, assez profonde, est très fréquentée car elle est à 3 km du gros village du même nom et c'est la seule eau de surface en saison sèche dans ce secteur. En 1937, Odette du Puigauveau visite la guelta et écrit dans "Tagant" (1949) : "À droite et à gauche, des grottes basses prolongent l'excavation qu'elle [la guelta] s'est creusée dans une couche plus tendre de la pierre. Au moindre bruit les petits crocodiles aplatis au soleil sur la berge et les rochers plongent dans l'eau transparente, ombres grises parmi les essaims noirs de silures."

Robin et ses compagnons n'y ont pas vu de Crocodiles en 1993. Les vieux beidanes leur ont dit qu'ils n'en voyaient plus depuis une vingtaine d'années, qu'un individu avait été tué 4-5 ans auparavant et qu'un individu avait été vu à la guelta en 1992, année de grande sécheresse où les animaux se bouscullaient pour boire, mais il n'avait pas été revu depuis. Le 13 mars 2002, Lluch a vu un Crocodile, relativement grand, très vert, sur les dalles du côté du seuil de la guelta. Les habitants de la bourgade semblent connaître cet individu depuis longtemps. C'est peut-être l'individu vu en 1992.

D'autres Gueltas du bassin de la Krâa n'Naga sur le plateau (Amadiala, Lek'daïm) ont été prospectées par Lluch ; aucun indice de la présence de Crocodile n'y a été décelé. Traces de *Varanus niloticus* à proximité d'Amadiala. La grande tamourt d'El Hosseniya (Bourraga), affluent de la Tamourt n'Nâaj, pourrait bien abriter des Crocodiles, ce qu'une visite rapide n'a pu confirmer, mais des *Varanus niloticus* y ont été vus. De nombreux Crocodiles y ont été observés en mars 1905 par le Commandant Frèrejean (1995). Aucun informateur n'a mentionné la présence de Crocodiles dans le lac de Gabbou, malgré la surface du plan d'eau et sa tranquillité. Deux passages rapides de Lluch, dont un en 1999, ne suffisent pas pour émettre une quelconque hypothèse sur leur présence dans ce site.

B. Gueltas du bassin de l'Oued El Abiod

1. Ederoum

La petite guelta d'Ederoum, à l'aplomb de gros rochers (5-6 m de haut), est située à 2 km du village du même nom et au départ d'un oued aboutissant à un petit barrage, 6 km plus loin. Cette guelta a toujours de l'eau et, en saison des pluies, elle atteint une surface de 400 m² et une profondeur de 2,50 m.

Du 9 au 12 août 1993, l'équipe de Robin a vu une vingtaine de traces de Crocodiles de tailles diverses, y compris de très jeunes, en aval de la guelta et aux abords des mares temporaires. Elle y a vu aussi cinq Crocodiles d'environ 0,90-1 m. Le 12 mars 2002, Lluch n'y voit pas de traces de Crocodiles mais les habitants lui disent qu'il y a 3-4 individus dans le secteur. Il pense qu'ils sont dispersés dans la zone de culture en aval, mise en eau après la saison des pluies, comme ceux de Tartega/Matmata qui descendent dans la Tamourt n'Nâaj à la même époque.

Aucun signe de présence de Crocodile n'a été trouvé par Lluch dans les gueltas Takwalet et Aghouadit, malgré les informations recoupées. Sa présence reste possible à Oudeï

Larda et Takwalet. La population de Crocodiles de l'oued El Abiod est de toutes façons extrêmement réduite et donc particulièrement fragile.

C. Gueltas du sud

1. Laout

La guelta du Laout, en bordure sud du plateau du Tagant est souvent appelée guelta de Djoûk en raison de la proximité du gros village de Djoûk, par où passe la route Nouakchott-Néma. Des traces de taille moyenne ont été vues par l'équipe Robin dans une caverne largement ouverte en bordure de la guelta. Lluch n'a rien décelé en mars 2001. Présence de *Varanus niloticus*.

2. Guelaga

À l'est de Laout, à Guelaga, une vaste plaine est fermée par un barrage de terre levée ; son plan d'eau est encore large d'1 km sur 4 km en mars 2000. Au dire des habitants, les Crocodiles étaient nombreux autrefois mais ils ont été chassés par des gens du sud et ont disparu. Lluch y a vu une vingtaine de *Varanus niloticus*, le 21 mars 2001.

Aucun signe de présence de Crocodile n'a été trouvé par Lluch dans les gueltas de Soumas.

III. DISCUSSION

Tous les Crocodiles récoltés ou observés récemment dans le Tagant sont des *Crocodylus niloticus*, ceux cités du Tagant dans la littérature scientifique ou naturaliste (Pellegrin 1914, Joleaud 1933, Monod 1937, Villiers 1958, Le Berre 1989, Robin *et al.* 1993, Behra 1994, Lluch 2001, Shine *et al.* 2001, Shine 2002) sont rapportés à cette espèce. *Crocodylus niloticus* est donc présent en Mauritanie et ce pays doit être cité dans l'aire de répartition de cette espèce. Nous ne comprenons pas pourquoi il n'y était pas dans le livre rouge de l'UICN rédigé par Groombridge (1982) ; il a été remis depuis dans la base de données du WCMC mais il ne l'est toujours pas dans la base de données EMBL Reptiles (<http://www.embl-heidelberg.de/~uetz/livingreptiles.html>), alors que, par exemple, l'ouvrage *Les Tortues et Crocodiles de l'Afrique noire française* de Villiers (1958), qui mentionne *Crocodylus niloticus* de Mauritanie, a été diffusé mondialement et traduit en anglais.

Il y a d'autres populations de *Crocodylus niloticus* en Mauritanie : à Tamchaket (Affo-

lé), dans les tamourts à l'est de Kiffa, dans la région d'Ayoun el Atrous, plus au sud-est en pleine zone sahélienne (Lluch 2001), sans doute aussi dans l'Assaba et le M'bout.

En 2001 et 2003, Lluch a observé un groupe de huit individus dans un trou d'eau d'environ 1400 m², creusé dans l'argile, au pied de la bourgade de Tamchaket (Affolé), sise sur une dune, à 150 km à vol d'oiseau au sud du Tagant. La mare est le théâtre de mouvements permanents : les briquetiers, qui prélèvent de l'argile, les troupeaux d'ovins, caprins et bovins, tous se meuvent à côté des Crocodiles d'une manière insolite. Comme cette mare n'existe que depuis une vingtaine d'années, les crocodiles paraissent avoir migré de la tamourt de Tartafet, un plan d'eau calme et beaucoup plus vaste, situé dans le même écoulement, à 10 km. La différence de température entre les 2 sites (2°C), peut-être la présence de nombreux Amphibiens (proies éventuelles), pourrait en partie expliquer cette installation au milieu des hommes. Les Crocodiles arpentent même régulièrement le village la nuit.

On ignore s'il y a encore des Crocodiles dans l'Assaba. En 1929, un Crocodile de 2,32 m a été capturé par Spatz (1930) dans la région de M'Bout, à "Calulasse" selon Spatz ou "Galulasse" selon Staudinger (1930) (= guelta de Galoula), et rapporté à Berlin. Odette du Puigaudeau (1936) a signalé la découverte de 72 œufs (probablement 2 pontes), qui ont été consommés, à la guelta de Goussas, vers le 10 avril 1934. En 1952, Munier écrit qu'on voit des Crocodiles dans toutes les mares permanentes de l'Assaba. Trente Crocodiles au moins ont été observés en mars 1955 par Roberty (1958) dans la guelta de Soungount, à 3 km au nord-ouest de la passe de Soufa, entre Kiffa et M'Bout. En 1965, un cadavre d'un individu d'1,30 m a été trouvé par Chevalier (1966) entre deux gueltas au-dessus d'El Fouz, dominant la plaine de Kiffa.

À cause des rectifications des tracés des frontières, la mare de Dendaré (ou Dendari) près de Nema (Hodh), où des Crocodiles ont été signalés, était autrefois en Mauritanie mais elle est aujourd'hui au Mali, près de la frontière.

Les populations de *Crocodylus niloticus* du Tagant sont maintenant les plus septentrionales de l'Afrique occidentale et centrale. Cependant, en plus des populations des Ajjers, aujourd'hui éteintes, des Crocodiles auraient subsisté au début du xx^e siècle au nord du Tagant, dans le bassin de l'oued Drâa (Sahara marocain), selon des informations recueillies par Monteil (1951) et Bons & Geniez (1996).

Il n'y a jamais eu de preuve ou de témoignage précis de la présence de *Crocodylus cataphractus* dans le Tagant, sa mention à Matmata, écrite dans une lettre de Munier à Villiers

(1958), est évoquée par celui-ci avec surprise, doute, et émit le souhait très vif d'une vérification sur place. Munier n'était pas un naturaliste et, souvent parmi les résidents en Mauritanie ou au Sénégal, on croyait que les Crocodiles du Tagant étaient une espèce différente de *Crocodylus niloticus* parce qu'ils étaient plus petits. Les prospections récentes de Robin et Lluch prouvent que *Crocodylus cataphractus* n'est pas au Tagant. Est-il autre part en Mauritanie ? Jusqu'à preuve du contraire, on peut encore le mentionner en Mauritanie sur la base de l'affirmation de Villiers (1958), qui le rapporte du cours moyen du fleuve Sénégal, fleuve frontière entre la Mauritanie et le Sénégal.

Il est exact que les *Crocodylus niloticus* du Tagant, comme ceux du Tassili des Ajjers et de l'Ennedi, sont plus petits que les *Crocodylus niloticus* d'Afrique tropicale et équatoriale. Il semble bien que des individus de plus de 3 m et même de plus de 2,50 m n'y aient jamais été répertoriés. La petite dimension des effectifs et des habitats, l'isolement des populations et surtout la faible convenance du milieu sont des facteurs de réduction de croissance et donc de taille des individus. Les conditions climatiques extrêmes et contrastées du Sahara au point de vue de la température ne sont pas favorables à des Vertébrés ectothermes et aquatiques comme les Crocodiles. La température de l'eau des gueltas, mesurée à 20 cm sous la surface, est seulement de 18-20°C en saison sèche (novembre-mars). Les Crocodiles ont besoin de longues heures d'insolation pour être actifs. Le manque de nourriture pourrait jouer un rôle dans la réduction de la taille des individus mais ce n'est pas le cas au Tagant où les proies disponibles sont suffisamment nombreuses. Insularité des populations (isolement génétique) et les mauvaises conditions du milieu sont des facteurs d'une évolution vers un certain nanisme.

Ving-six gueltas du Tagant ont été prospectées, neuf seulement abritent des Crocodiles du Nil, sept sont des localités nouvelles pour l'espèce : Legleitit el Khadra, M'cherba, Ch'bayer, R'zembou, Amzouzef, Ederoum et Laout. Toutes les gueltas abritant des individus d'au moins 1,50 m sont pérennes, ont une surface minimale de 400 m², sont souvent surmontées d'un seuil rocheux de 3 à 10 m de haut et possèdent à leur base des excavations entre des bancs de grès plus durs. Si un petit Crocodile est dans une petite guelta, celle-ci n'est pas loin d'une grande guelta.

Joleaud (1933), cité par presque tous les auteurs subséquents (Lhote 1961, Shine *et al.* 2001), a mentionné les gueltas de Tin Ouadin, Garaoual et Matmata comme des gueltas à Crocodiles dans le Tagant. On peut supposer que Tin Ouadin se rapporte à Tinouaden, où il

n'y a pas de Crocodile aujourd'hui. Garaoual, qui n'a pas été prospecté dans les dernières décennies, désigne une localité près de Soumas sur la bordure sud-ouest du Tagant.

Si on ne compte pas les juvéniles de l'année, il y a peu de Crocodiles par guelta : 8 à Matmata/Tartega, 2 à Legleitit el Khadra, 3 à M'Cherba, 2 à R'zembou, 3 à Amzouzeff, 1 à Gheddiya, 3 à 5 à Ederoum, traces à Laout en 1993. On n'a observé des jeunes de l'année, preuves de reproduction sur place, qu'à M'cherba mais on a vu des petits Crocodiles dans presque toutes les stations. Malgré les prospections trop brèves et sans avoir pu effectuer systématiquement des comptages de nuit, on peut estimer la population de *Crocodylus niloticus* du Tagant à quelques dizaines d'individus. On est en présence de populations relictuelles probablement en voie d'extinction.

Il y a eu de la chasse au Crocodile dans le Tagant. Robin et son équipe ont rencontré à N'beika un vieil hartani (esclave affranchi), qui pêchait autrefois le Crocodile pour sa chair et sa peau, dans la Tamourt n'Nâaj, à Matmata/Tartega et même très au delà sur la Krâa n'Naga, car les vieux d'Amzouzeff se rappellent de son passage avec ses ânes. Il chassait la nuit avec une lampe torche, une lance et un filet. Il a cessé sur injonction des autorités. Les gens de Guelaga disent aussi que les Crocodiles de leur guelta ont été exterminés par des chasseurs venus du sud. D'autre part, malgré les réglementations de protection émises par le Gouvernement mauritanien, interdisant la chasse et la commercialisation des Crocodiles, ceux-ci sont tués sporadiquement par les pêcheurs de silures, notamment à Matmata, et par les bergers, le plus souvent après une attaque supposée ou réelle sur un mouton ou une chèvre. En trois ans, de 1999 à 2001, quatre Crocodiles au moins ont été tués dans le Tagant.

IV. CONCLUSION

La population de *Crocodylus niloticus* du Tagant est la plus septentrionale de l'espèce. Elle est très menacée parce que c'est une très petite population relictuelle et isolée. Malgré l'interdiction de la chasse, des individus sont encore tués. Quand il n'y a pas de menaces directes vis-à-vis des troupeaux, les habitants ne se préoccupent pas des Crocodiles.

Cependant, l'installation quasi systématique de nouveaux hameaux près des points d'eau (sédentarisation) semble altérer la tranquillité des Crocodiles, qui ont besoin de longues périodes d'exposition au soleil. Il est possible aussi que la sédentarisation entraîne un changement de comportement des hommes : avant, l'homme était seulement de passage

aux gueltas, pour abreuver son troupeau et le Crocodile l'habitant ; aujourd'hui, l'homme, de plus en plus, n'est pas seulement un usager mais un habitant.

La population de *Crocodylus niloticus* du Tagant est un élément précieux du patrimoine naturel et historique de la Mauritanie mais, particulièrement fragile, elle nécessite un suivi, une surveillance et des mesures adéquates de protection. Des prospections sont indispensables aussi pour vérifier si le Crocodile du Nil est encore présent dans d'autres régions de la Mauritanie, notamment dans l'Assaba.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme 1925 - Le Crocodile de l'oued Ahir (Tassili des Ajjers) d'après les documents communiqués par le Gouverneur Général de l'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 16: 153-159.

Arnaud R. 1906 - Lettre à M. Hamy. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, 2: 81-82.

Aucapitaine H. 1858 - Notes sur la faune du Soudan. *Bull. Soc. Imp. Acclim.*, 5: 200-245.

Bary E. von 1898 - Journal de voyage au Tassili, oued Mihero (1876-1877). Publié par Schirmer, Paris.

Behra O. 1994 - Crocodiles on the desert's doorstep. *Crocodile Spec. Group Newsl.*, 13: 4-5.

Bons J. et Geniez P. 1996 - Amphibiens et Reptiles du Maroc. AHE, Barcelone. 366 p.

Chevalier P. 1966 - Au sujet des Sauriens du Sahara. *Le Saharien*, 44(4): 32-33.

Chudeau R. 1921 - Remarques sur quelques Mammifères du Sahara et du nord du Soudan. *Assoc. Fr. Av. Sci., Congr. Strasbg.*, 1920 : 307-312.

Duveyrier H. 1864 - Les Touaregs du Nord. Lechevalier, Paris. Rééd. 1999, Vents de Sable, Paris. 537 p.

Foureau F. 1905 - Documents scientifiques de la mission saharienne, 2 : 998- ?

Frèrejean Ct. 1995 - Mauritanie 1903-1911. Mémoires de randonnées et de guerres au pays des Beidanes. Kartala, Paris. 505 p.

Gardel G. 1961 - Les Touaregs Ajjer. Rédigé en 1914. Baconnier, Paris. 340 p.

Groombridge B. 1982 - The IUCN Amphibia-Reptilia Red Data Book. Part 1. Testudines Crocodylia Rhynchocephalia. IUCN, Gland. 426 p.

Huguet Cap. 1927 - Les populations primitives de l'Adrar mauritanien. Les gîtes Bafor de la subdivision d'Atar et quelques autres. *Renseign. colon., Afr. Fr.*, 3: 119-127.

Joleaud L. 1933 - Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Reptiles - Les Crocodiliens. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 58: 397-404.

Le Berre M. 1986 - Les Vertébrés d'Iherir (Tassili N'Ajjer, Algérie). Esquisse écologique et biogéographique. *C.R. Soc. Biogéogr.*, 62(4): 111-132.

Le Berre M. 1989 - Faune du Sahara. Lechevalier et Chabaud, Paris. I. 332 p.

Lhote H. 1951 - La chasse chez les Touaregs. Amiot-Dumont, Paris. 245 p.

Lhote H. 1961 - Le Crocodile du Tassili. *Bull. Liaison Sahar.*, 43: 268-285.

Lluch P. 2001 - Les Crocodiles du bassin de la Krâa N'Naga (Tagant - Mauritanie). *Le Saharien*, 158: 39-47.

Monod T. 1931 - Remarques biologiques sur le Sahara. *Rev. Gen. Sci.*, 42(21): 609-616.

Monod T. 1937 - Méharées. Rééd. 1994. Actes Sud, J'ai lu, Paris. 251 p.

Monteil V. 1951 - Contribution à l'étude de la Faune du Sahara occidental. Du Sanglier au Phacochère. Catalogue des animaux connus des Teknas, des Rguibats et des Maures. *Notes Doc., Inst. Ht Étud. Maurit.*, 9: 1-169.

Munier P. 1952 - "L'Assaba" essai monographique. *Ét. Maurit.*, N° 3, IFAN, St Louis, Sénégal.

Pellegrin J. 1911 - Les Vertébrés aquatiques du Sahara. *C.R. Acad. Sci.*, 153: 972-974.

Pellegrin J. 1914 - Les Vertébrés des eaux douces du Sahara. *Assoc. Fr. Av. Sci., Congr. Tunis*, 1913: 346-352.

Petit G. 1937 - Matériaux de la Mission d'Études de la Biologie des Acridiens. Vertébrés de l'Ennedi. *Bull. Soc. Hist. Nat. AFN*, 28: 393-405.

Puigauveau O. du 1936 - Pieds nus à travers la Mauritanie. Plon, Paris. Rééd. 1992, Phébus, Paris. 260 p.

Puigauveau O. du 1949 - Tagant. Au cœur du pays Maure 1936-1938. Julliard, Paris. Rééd. 1993, Phébus, Paris. 221 p.

Roberty G. 1958 - Végétation de la guelta du Soungount (Mauritanie méridionale), mars 1955. *Bull. IFAN*, 20, sér. A, 3: 869-875.

Robin S., Riboud D. et Marcellin E. 1993 - À la recherche des crocodiles du Tagant en République islamique de Mauritanie. Rapport. Éd. Guilde européenne du raid. 36 p.

Seurat L.G. 1930 - Exploration zoologique de l'Algérie. De 1830 à 1930. Masson, Paris. 708 p.

Shine T. 2002 - An integrated investigation of the Ephemeral Wetlands of Eastern Mauritania. Thèse Univ. 334 p.

Shine T., Böhme W., Nickel M., Thies D.F. et Wilms T. 2001 - Rediscovery of relict populations of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* in southeastern Mauritania with observations on their natural history. *Oryx*, 35(3): 260-262.

Spatz P. 1930 - Reisen aus den Jahren 1928 und 1929 nach dem Senegal und Mauretanien. *Zeitschr.f. Säugetierkd.*, 5: 13.

Staudinger P. 1930 - Krokodile in der Inner-Sahara und Mauritanien. *Sitz.ber. Ges. Nat.forsch. Freunde Berl.*, 1929, 4-7: 141-142.

Tilho J. 1919 - Une mission scientifique de l'Institut de France en Afrique Centrale. Esquisse géographique du Tibesti, du Borkou et de l'Ennedi. *C.R. Acad. Sci.*, 168 (22): 1081-1085.

Tubiana J. 1995 - Quelques aberrations sahariennes. Les crocodiles d'Arché. *Courr. Nat.*, 153: 26-29.

Villiers A. 1958 - Tortues et Crocodiles de l'Afrique noire française. *IFAN, Dakar. Initiat. Afr.*, XV: 1-354.

manuscrit accepté le 25 mai 2004

Communautés d'amphibiens des bassins d'eau de pluie autoroutiers du Sud-Est de la France

par

Olivier SCHER & Alain THIÉRY

*Université de Provence, Laboratoire de biologie animale,
E.R. Biodiversité et Environnement, 3 place Victor Hugo,
13331 Marseille CEDEX 3.
(olivier.scher@netcourrier.com)*

Résumé - La loi sur l'eau de 1992 a conduit les sociétés autoroutières à construire de nombreux bassins d'eau de pluie afin de protéger la ressource en eau de la pollution routière et de contrôler les débits d'eau lors des crues. Ces bassins ont été rapidement colonisés par les amphibiens et particulièrement par les grenouilles vertes (*Rana* sp.). La présente étude tente de comprendre quels sont les facteurs qui vont déterminer les assemblages d'espèces observés dans les cinq bassins suivis au cours de l'année 2002-03. Leurs principales caractéristiques abiotiques et biotiques sont présentées et discutées en fonction de la diversité en amphibiens. Les mesures effectuées indiquent la présence d'une contamination métallique (zinc et cuivre) confinée dans le sédiment ainsi qu'une contamination chronique de la colonne d'eau par le glyphosate (herbicide systémique). Néanmoins, la colonisation de ces bassins par les amphibiens semble plutôt dépendre de la fragmentation du milieu et de la présence de poissons.

Mots-clés : Bassins d'eau de pluie autoroutiers, Amphibiens, Pollution.

Summary - Amphibian communities in stormwater detention ponds along roads of Southeast France. In 1992, the French Water Law obliged highway companies to build stormwater detention ponds along roads in order to protect the water resource from transport pollution and to control water flow during rainstorms. These ponds were quickly colonized by amphibians, particularly by the green frogs (*Rana* sp.). The aim of this study was to understand which factors led to observed species assemblages in the five studied stormwater ponds during year 2002-03. Their main abiotic and biotic features are presented and discussed in relation to observed amphibian diversity. Field measures have shown a metallic contamination (zinc and copper) restricted to the sediment and a chronic contamination by glyphosate (herbicide) of the water column. By the way, amphibian colonization seem to be only correlated to an increase of landscape fragmentation and fish presence in ponds.

Key-words: Highway stormwater detention ponds, Amphibians, Pollution.

I. INTRODUCTION

Les milieux aquatiques de petite taille tels que les mares, fossés, etc. sont encore relativement peu étudiés (Wood & Barker 2000, Wood *et al.* 2003, Williams *et al.* 2004) et cela est particulièrement vrai pour les bassins autoroutiers. De plus, la majorité des travaux sur ces

biotopes s'est orientée sur leur fonctionnement physico-chimique (Legret & Pagotto 1999, Sriyaraj & Shutes 2001) et très peu sur leur aspect faunistique (Wren *et al.* 1997). Les sociétés autoroutières ont, dès le début des années 1980 puis suite au vote de la loi sur l'eau de 1992 (Loi n° 92-3 du 03/01/1992), construit de nombreux bassins d'eau pluviale le long des axes de circulation. Ces bassins ont pour objectifs de récupérer les lessivats de chaussées lors d'épisodes pluvieux (pollution chronique), de contenir une éventuelle pollution ponctuelle lors d'un accident (déversement de produits toxiques...) ainsi que de contenir l'eau lors d'épisodes de crues. Dans le cadre d'une thèse CIFRE, cinq bassins ont été suivis durant une année (mars 2002 à mars 2003) et caractérisés vis à vis de leur niveau de contamination (métaux lourds, hydrocarbures et herbicides) ainsi que de leur composition faunistique (invertébrés, plancton et amphibiens) et floristique.

L'analyse cartographique de la zone d'étude qui s'étend d'Orange (84) à Salon-de-Provence (13) nous a indiqué que les milieux aquatiques de petite dimension y étaient très rares. La majorité d'entre eux sont des bassins construits (bassins de rétention routiers, golfs, bassins de décantation). Ceci justifie donc une étude sur le rôle que vont jouer ces bassins artificiels pour la faune amphibie et plus particulièrement pour les amphibiens. En effet, si de nombreuses études ont mis en évidence un déclin des Amphibiens dans le monde (par exemple Wake 1998, Houlahan *et al.* 2000, Alford *et al.* 2001), relativement peu se sont intéressés à l'impact des milieux artificiels sur la batrachofaune (Beja & Alcazar 2003, Löfvenhaft *et al.* 2003) et plus particulièrement au rôle de substitution offert par ces milieux dans des zones où les milieux aquatiques naturels sont peu abondants (Scoccianti 2001, Gauthier & Ferrier 2004).

La présente étude, par une recherche systématique des amphibiens présents dans les cinq bassins suivis, s'attache à déterminer quels peuvent être les facteurs déterminants ou non la présence des amphibiens dans ces milieux artificiels (qualité de l'eau, de l'habitat).

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Site d'étude

La zone d'étude se situe dans le Sud-Est de la France entre Orange (44°08'N - 04°48'E) et Salon-de-Provence (43°38'N - 05°05'E) le long des autoroutes A7 et A54 et concerne 5 bassins d'eau pluviale (fig.1). Cette zone, sous l'influence principale d'un vent froid d'axe

Nord-Sud, le Mistral, est caractérisée par la présence de nombreux vignobles et d'une végétation de type garrigue (chêne vert principalement). Les bassins suivis sont classés en deux catégories selon la nature de leur substrat (1) les bassins à substrat PEHD (PolyEthylène Haute Densité) à savoir Morières A (MRA), Salon (SAL), Grans (GRA) et (2) les bassins à substrat naturel (i.e. creusés directement dans un sol argileux) représentés par Orange (ORA) et Morières C (MRC). Ces bassins ont été construits en 1993 (ORA, MRA et MRC) et en 1996 (SAL et GRA).

B. Méthodes

1. Données physico-chimiques

Des prélèvements d'eau ont été effectués toutes les 4 semaines entre mars 2002 et mars 2003 à raison d'un point de prélèvement par bassin. Les paramètres chimiques mesurés comprenaient la conductivité, la température, l'oxygène dissous, les principaux ions, les métaux lourds caractéristiques de la pollution routière (cadmium, cuivre, plomb et zinc), les taux de deux herbicides (glyphosate et atrazine) et les hydrocarbures totaux. Ces derniers paramètres ont été mesurés selon les normes en vigueur au laboratoire départemental d'analyses du Vaucluse (LDA 84) et ont concerné à la fois la colonne d'eau et les sédiments. Les métaux lourds n'ont été dosés que dans la partie supérieure du sédiment soit environ les 5 premiers centimètres. Cette zone, correspondant à la partie aérobie du sédiment, abrite les organismes vivants participant à la bioturbation, c'est-à-dire à la diffusion de particules par action mécanique (Brönmark & Hansson 2003).

Conductivité, température et oxygène ont été mesurés *in situ* au moyen d'un équipement portatif WTW®. Les données physiques correspondaient à une mesure de la profondeur (règle graduée) et de la turbidité (disque de Secchi). Ces données ont été complétées par des mesures de métaux lourds dans des milieux témoins, à savoir une mare temporaire (ORG) alimentée par les eaux de la Durance et située à environ 200 m à l'est de l'autoroute A7, dans les environs d'Orgon (13) et située au milieu d'une ripisylve. Des mesures ont également été réalisées dans 2 mares naturelles temporaires localisées dans le département du Var (N2000). Ces milieux protégés sont classés dans le réseau Natura 2000 et sont isolés de toute voie de circulation.

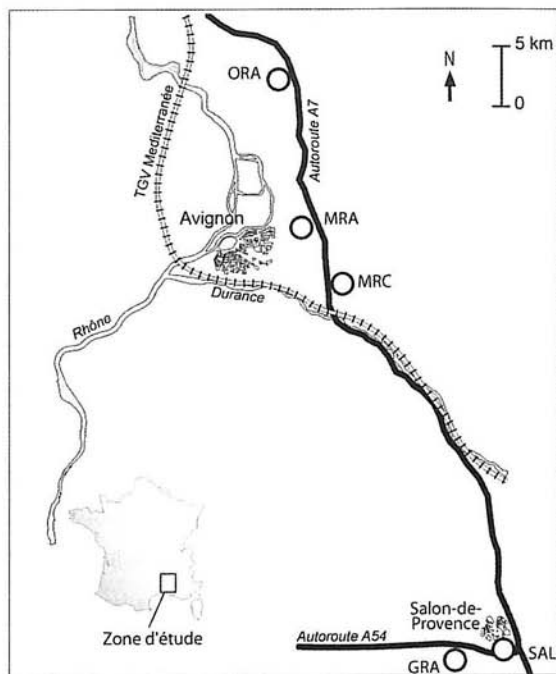


Figure 1 : Localisation du site d'étude. ORA, MRA, MRC, SAL, GRA : bassins d'eau de pluie.

Figure 1: Study site. ORA, MRA, MRC, SAL, GRA: Stormwater detention ponds.

2. Données faunistiques

Les amphibiens ont été activement recherchés de jour et de nuit et identifiés à partir des individus adultes et des têtards (Arnold & Ovenden 2002 ; Duguet *et al.* 2003) au cours de 16 journées de terrain par bassin. Au total, 25 points d'écoutes (5 points d'une durée de 20 à 40 minutes par bassin) ont été réalisés afin de compléter l'échantillonnage. L'abondance relative des différentes espèces a été estimée à partir du comptage des individus chanteurs pour les espèces *Pelodytes punctatus*, *Hyla meridionalis* et *Rana perezi/ridibunda/kl.* Grafi (complexe que l'on nommera *Rana PRG* suivant Crochet *et al.* 2004) ou par le comptage d'individus adultes à l'intérieur et à l'extérieur des bassins pour *Triturus helveticus* et *Bufo calamita*. Dans le contexte de l'étude, trois catégories ont été retenues (1) moins de 10 individus ou mâles chanteurs, (2) de 10 à 50 et enfin (3) plus de 50. Ce type d'estimation induit une sous-estimation des effectifs (mâles non chanteurs, trop grande promiscuité des chanteurs, etc.) et ne représente donc qu'un estimateur de tendance.

III. RÉSULTATS

A. Milieux inventoriés

Les principales caractéristiques abiotiques et biotiques des bassins échantillonnés dans le cadre de cette étude sont résumées dans le tableau I.

1. Bassins à substrat PEHD

Ces bassins se caractérisent par un faible développement des communautés végétales (3 ± 1 espèces de macrophytes), une conductivité moyenne peu élevée ($302\text{-}519 \mu\text{S.cm}^{-1}$) hors périodes de salage (hiver) ainsi qu'une importante variabilité de la température au cours de l'année (amplitude moyenne de $29 \pm 5^\circ$). L'herbicide glyphosate ainsi que son produit de dégradation, l'acide aminométhylphosphonique ou AMPA ont été détectés toute l'année avec des concentrations atteignant $3,9 \mu\text{g.L}^{-1}$. Les dosages de zinc dans le sédiment ont fait apparaître des différences significatives entre les bassins bâchés et les mares de contrôle ($t = 8,773$; $P < 0,001$) mais également avec les bassins à substrat naturel ($t = 7,469$; $P < 0,001$). Ceci a également été observé pour le cuivre ($t = 15,967$; $P < 0,001$ pour le contrôle et $t = 2,908$; $P < 0,01$ pour le substrat naturel). Aucune différence n'a été observée entre les milieux inventoriés en ce qui concerne le plomb.

Le bassin situé à l'échangeur de Salon-de-Provence (SAL), bien que possédant un substrat PEHD, présente des caractéristiques très originales, liées en particulier à une contamination en chlorures dont l'origine n'a pu être établie à l'heure actuelle. Ce bassin reçoit également des lessivats de chaussée d'origines urbaines dont ceux issus d'un rond-point isolé du domaine autoroutier. Ces différents apports cumulés induisent une perturbation importante dans ce bassin.

2. Bassins à substrat naturel

Les bassins creusés directement dans le substrat ont permis l'installation d'une flore riche et variée ($10 \pm 1,4$ espèces), à la fois en hélophytes (macrophytes émergés) et en hydrophytes (macrophytes immergés). La présence d'un substrat naturel est à l'origine d'une minéralisation et donc d'une conductivité plus élevée que sur les bassins bâchés. Les variations de la température de l'eau ne paraissent pas suivre complètement les variations de celle de l'air laissant supposer l'existence d'un échange avec la nappe phréatique. Des concentrations en glyphosate et AMPA atteignant $9,78 \mu\text{g.L}^{-1}$ ont été mesurées. Les concentrations en

métaux lourds relevées dans le sédiment sont significativement plus importantes que dans les milieux naturels témoin ($t = 2,795$; $P < 0,05$ pour Zn et $t = 3,693$; $P < 0,05$ pour Cu) mais restent non significatives en ce qui concerne le plomb ($P = 0,70$).

B. Communautés d'amphibiens

Dans l'ensemble des bassins étudiés, cinq espèces ont été découvertes : *Rana PRG*, *Hyla meridionalis*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo calamita* et *Triturus helveticus*. L'observation de la présence/absence des espèces et de leurs abondances dans les bassins a fait apparaître de fortes disparités entre les sites (tab. II). Les grenouilles vertes ont été observées sur l'ensemble des bassins, ce qui n'est pas le cas des autres amphibiens. Par contre, le pélodyte ponctué, bien que n'étant présent que sur un seul site, présente une population de taille importante (> 50 mâles chanteurs). La présence d'une importante population paedomorphique de tritons palmés dans le bassin GRA est à noter, sans pouvoir toutefois expliquer clairement son origine.

IV. DISCUSSION

Comme précédemment constaté par Pagotto (1999) le cuivre, principalement issu de la dégradation des garnitures de frein des véhicules et le zinc, issu de l'oxydation des glissières de sécurité, sont les métaux dominants dans les sédiments. Leur concentration est particulièrement importante et significative dans les bassins bâchés (fig. 2). Ceci pourrait être en partie expliqué par une activité biologique (bactéries et plantes) moins forte sur ces derniers qui possèdent une faible épaisseur de sédiments (0 à 10 cm). En ce qui concerne le plomb, les concentrations mesurées sont faibles et peu variables entre les différents bassins testés. L'utilisation accrue de l'essence sans plomb depuis les années 1990 en est certainement la cause principale (Pagotto 1999). Par contre, la présence du plomb a été constatée aussi bien dans les milieux routiers ($67,2 \text{ mg.kg}^{-1} \pm 48,7$ [min 1 mg.kg^{-1} ; max 160 mg.kg^{-1}]) que dans les milieux naturels témoins ($50,7 \pm 19,1$ [30 ; 75]) suggérant un stockage de ce métal dans le sédiment sous une forme non biodisponible.

Les mesures réalisées dans la colonne d'eau ont fait apparaître une contamination continue par le glyphosate et l'AMPA. Ces données correspondent aux observations réalisées par le réseau du CORPEP en Bretagne (2001) et par l'IFEN (2004) au niveau national. Ces molé-

Tableau I : Caractéristiques des bassins d'eau de pluies.

Table I: Stormwater detention ponds characteristics.

Code des bassins	Substrat PEHD	Surface (ha)	Profondeur maximum (cm)	Conductivité moyenne annuelle ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH moyen annuel	Température moyenne annuelle ($^{\circ}\text{C}$)	Moyenne annuelle Glyphosate ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Moyenne annuelle AMPA ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nb d'espèces d'Hélophytes ou macrophytes émergés	Nb d'espèces d'Hydrophytes ou macrophytes immergés	Poissons (1 = présence; 0 = absence)
ORA	NON	0,25	120	686	7,54	13,6	1,18	0,70	6	5	1
MRA	OUI	0,11	40	519	7,80	17,8	0,40	0,29	2	2	0
MRC	NON	0,34	150	828	7,82	16,8	0,27	0,26	5	4	0
SAL	OUI	0,03	60	1806	7,54	14,9	0,37	0,39	2	1	0
GRA	OUI	0,19	140	303	8,31	17,1	0,21	0,17	0	2	0

Tableau II : Caractéristiques des bassins d'eau de pluies. Entre parenthèses : indice d'abondance, avec 1: < 10 individus ou mâles chanteurs ; 2 : > 10-50 < ; 3 : > 50

Table II: Stormwater detention ponds characteristics. Between brackets : abundance index with 1: < 10 individuals or calling males; 2 : > 10-50 < ; 3 : > 50

Code des bassins	<i>Rana PRG</i>	<i>Hyla meridionalis</i>	<i>Pelodytes punctatus</i>	<i>Bufo calamita</i>	<i>Triturus helveticus</i>	Richesse stationnelle
ORA	1 (3)	0	0	0	0	1
MRA	1 (1)	1 (1)	0	0	1 (1)	3
MRC	1 (3)	1 (2)	1 (3)	1 (1)	0	4
SAL	1 (2)	1 (1)	0	0	0	2
GRA	1 (2)	1 (3)	0	0	1 (3)	3
Nb de bassins occupés	5	4	1	1	2	
Indice d'abondance	2,2	1,4	0,6	0,2	0,8	

cules sont en grande partie issues du Round-up® désherbant systémique employé à la fois par les particuliers et les professionnels. Aucune étude n'a encore clairement mis en évidence un effet négatif de ces molécules sur le milieu aquatique malgré la constatation d'effets mutagènes et d'une toxicité chronique à faible dose sur de longues périodes (Veillerette 2002). Le rôle joué par les herbicides et les pesticides sur d'éventuelles modifications anatomiques ainsi que sur le déclin de certaines populations d'amphibiens n'est pas encore clairement compris (Blaustein & Johnson 2003). Par ailleurs, les effets causés par la synergie de différentes molécules chimiques dans le milieu aquatique sont difficiles à établir (Bridges & Semlitsch 2000). Par contre, des expérimentations impliquant l'atrazine à des concentrations mesurées dans les milieux naturels ont permis de constater une démasculinisation des individus mâles chez *Xenopus laevis* et *Rana pipiens*. Il semblerait que cette molécule agisse en stimulant la production d'une enzyme, l'aromatase, qui catalyse la conversion de la testostérone en œstrogène empêchant le développement du larynx des mâles et conduisant à la production d'individus hermaphrodites (Dalton 2002, Hayes *et al.* 2002).

Des différences ont été observées entre bassins sur bêche et sur substrat naturel en ce qui concerne la conductivité et la température. La faible minéralisation observée dans les bassins bâchés est liée aux très faibles épaisseurs de sédiment qui s'y accumulent. La membrane

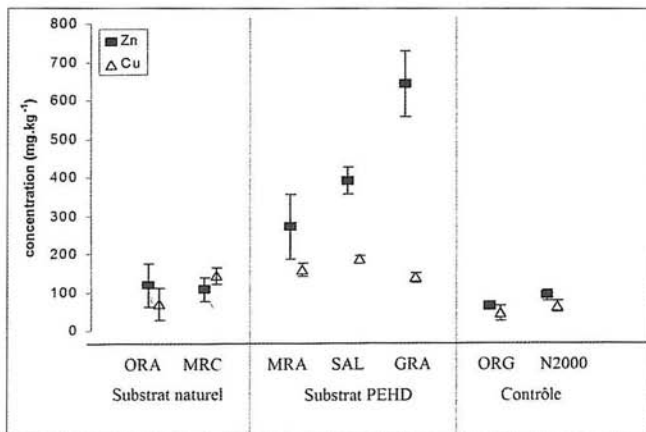


Figure 2 : Concentrations de Cuivre et de Zinc dans les sédiments des bassins d'eau de pluie. ORA, MRC, MRA, SAL, GRA, ORG, N2000 : codes des bassins.

Figure 2: Copper and Zinc concentrations in stormwater detention pond sediments. ORA, MRC, MRA, SAL, GRA, ORG, N2000 : Pond coding.

PEHD, de couleur noire provoque également une élévation très importante de la température de l'eau pendant l'été conduisant à des chutes de concentration de l'oxygène dissous et à un assèchement rapide du bassin. Ceci peut perturber ou compromettre la reproduction des amphibiens en condamnant une génération de têtards.

Ces bassins, construits dans des secteurs peu fournis en mares naturelles, ont été rapidement colonisés par une flore et une faune variée. L'inventaire réalisé a mis en évidence la présence de 46 % de la batrachofaune signalée dans la zone d'étude (Duguet *et al.* 2003, Peyre *et al.* 2003). Hormis les espèces considérées comme très rares dans la région considérée ou présentes dans des habitats très spécifiques (*Pelobates cultripipes*, *Salamandra salamandra*, *Triturus cristatus* et *Rana temporaria*), on peut s'interroger sur l'absence du Crapaud commun, *Bufo bufo*, et de l'Alyte accoucheur, *Alytes obstetricans* pourtant signalés non loin de la zone d'étude (Peyre *et al.* 2003). Quant aux espèces effectivement observées dans les bassins d'eau de pluie du réseau ASF, elles appartiennent aux cortèges pionniers et/ou anthropiques tels que définis par Duguet & Melki (2003) à savoir des espèces capables de s'adapter à des milieux très variables ou perturbés (activité anthropique, rejets pollués) et possédant un fort pouvoir de colonisation. Or, ce dernier facteur est fortement lié à la structure paysagère, et plus particulièrement à la connectivité des milieux (Joly *et al.* 2001, Joly 2004, Crochet *et al.* 2004). La colonisation d'un milieu nouvellement créé dépend, outre de la présence de l'espèce dans le milieu adjacent, de sa capacité à franchir les obstacles (essentiellement les routes) et des distances à parcourir afin d'y accéder (Vos & Chardon 1998, Kenneth Dodd & Smith 2003). Ainsi, le bassin MRC, présentant la plus grande continuité des bassins étudiés, possède également la plus grande richesse d'espèces ($n = 4$) : en plus d'un habitat aquatique favorable, ce site offre de très nombreux abris aux espèces présentes (grand vignoble, nombreuses haies) et cela, sans avoir à franchir de structure linéaire comme une route. De la même manière, le bassin à la fois situé dans la zone la plus fragmentée (Salon) et cloisonné par de nombreuses voies de circulation présente la plus petite richesse ($n = 2$).

Les amphibiens, au cours de leur phase larvaire aquatique sont soumis à une forte pression de prédation et sont particulièrement sensibles à la présence de poissons (Crochet *et al.* 2004). En effet, hormis la Crapaud commun, la plupart des espèces vont réagir à la présence de poissons : prédation sur les pontes ou les larves, modification du comportement des batraciens (réduction de la mobilité, modification de l'activité), compétition pour la ressource ali-

mentaire et altération de l'habitat (Scoccianti 2001). L'importante population de Gambusies (*Gambusia affinis*) et la présence de plusieurs individus de Tortues de Floride (*Trachemys scripta*) pourrait expliquer l'absence de *Rana PRG* du bassin ORA.

L'ensemble de ces données semble indiquer que les assemblages d'espèces observés dans les bassins de pluie autoroutiers sont plutôt déterminés par des facteurs d'accessibilité au site et donc de structure paysagère plutôt que par des facteurs purement chimiques. Si ces facteurs chimiques jouent un rôle important dans l'équilibre biologique du milieu aquatique, il apparaît indispensable de tenir compte de la qualité du milieu terrestre environnant pour interpréter la composition des communautés d'amphibiens.

V. CONCLUSION

Ces milieux ont été créés par l'homme dans un but technique et sont soumis à des perturbations (pollution, crue) liées à leur fonctionnement. Ils représentent des milieux intéressants pour la batrachofaune en terme de sites de reproduction (toutes les espèces contactées lors de cette étude s'y sont reproduites) et ont d'ailleurs été rapidement colonisés par cinq espèces : *Rana PRG*, *H. meridionalis*, *P. punctatus*, *B. calamita* et *T. helveticus*. Afin de mieux définir le risque potentiel encouru par les amphibiens dans ces bassins, une étude sur la génotoxicité de l'eau (en prenant comme modèle les têtards de *Rana PRG*, *H. meridionalis* et de *B. calamita*) permettra de déterminer dans quelle mesure ces derniers sont affectés ou non par la qualité de l'eau de ces milieux. Jusqu'à présent, si des effets génotoxiques très ponctuels des eaux de ruissellements autoroutiers ont pu être établis chez *X. laevis* et chez *Pleurodeles waltl* (Gauthier & Ferrier 2004), aucune étude n'a permis de déterminer l'impact de la qualité de l'eau de ces milieux sur les espèces les ayant colonisés.

Remerciements : Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse financée par une bourse CIFRE (n° 609/2001) en collaboration avec les Autoroutes du Sud de la France (ASF). Nous tenons à remercier Philippe Chavaren et Marc Despréaux (ASF, Direction de l'Environnement et du Développement Durable) pour leur aide dans la réalisation du projet. Nous remercions également les deux rapporteurs anonymes ainsi que Jean-François Mauffrey (Université de Provence) pour leurs nombreuses remarques et conseils.

Protection des espèces : Arrêté préfectoral d'autorisation de capture d'amphibiens datant du 11 Avril 2003.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arnold N. & Ovenden D. 2002 - Reptiles and Amphibians. Britain and Europe. HarperCollins Publishers, London, 288 p.
- Alford R.A., Dixon P.M. & Pechmann J.H.K. 2001 – Global amphibian population declines. *Nature*, 412: 499-500.
- Beja P. & Alcazar R. 2003 - Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. *Biol. Conserv.*, 114: 317-326.
- Blaustein A. & Johnson P. 2003 - Les malformations des grenouilles. *Pour la Science*, 305: 80-84.
- Bridges C.M. & Semlitsch R.D. 2000 - Variation in pesticide tolerance of tadpoles among and within species of Ranidae and patterns of amphibian decline. *Conserv. Biol.*, 14: 1490-1499.
- Brönmark C. & Hansson L.-A. 2003. The Biology of Lakes and Ponds. Oxford University Press, Oxford, UK. 216 p.
- CORPEP séance du 5 mars 2001 - Détection de glyphosate dans les eaux superficielles de Bretagne : éléments de réflexion. DRAF-SRPV Bretagne.
- Crochet P.-A., Chaline O., Cheylan M. & Guillaume C.P. 2004 - No evidence of general decline in an amphibian community of Southern France. *Biol. Conserv.*, 119: 297-304.
- Dalton R. 2002 - Frogs put in the gender blender by America's favourite herbicide. *Nature*, 416: 665-666.
- Duguet R., Melki M. & Rufray V. in ACEMAV coll. 2003 - Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Duguet. R. & Melki, F. (éds). Biotope, Mèze, France. 480 p.
- Duguet R. & Melki M. in ACEMAV coll. 2003 - Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Duguet. R. & Melki, F. (éds). Biotope, Mèze, France. 480 p.
- Gauthier L. & Ferrier V. 2004 - Effluents autoroutiers et tests de toxicité. In Autoroutes et aménagements. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse. 328 p.
- Hayes B., Collins A., Lee M., Mendoza M., Noriega N., Stuart A. & Vonk A. 2002 - Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 99: 5476-5480.
- Houlahan J.E., Findlay C.S., Schmidt B.R., Meyer A.H. & Kuzmin S.L. 2000 - Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.
- IFEN 2004 - Les pesticides dans les eaux, Sixième bilan annuel, Données 2002. Études et Travaux N° 42. 32 p.
- Joly P., Miaud C., Lehmann A. & Grobet O. 2001 - Habitat Matrix Effects on Pond Occupancy in Newts. *Conservation Biology*, 15: 239-248.
- Joly P. 2004 - Fragmentation et Biodiversité. In Autoroutes et aménagements. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse. 328 p.
- Kennet Dodd C. & Smith L.L. in Semlitsch, R. D. et al 2003 - Amphibian Conservation. Smithsonian Institution, Washington, USA. 324 p.
- Legret M. & Pagotto C. 1999 - Evaluation of pollutant loadings in the runoff waters from a major rural highway. *Sci. Total Environ.*, 235: 143-150.
- Löfvenhaft K., Runborg S. & Sjögren-Gulve P. 2003 - Biotope patterns and amphibian distribution as

- assessment tools in urban landscape planning. *Landscape and Urban Planning. Landsc. Urban Plan.*, 68: 403-427.
- Pagotto C. 1999 - Étude sur l'émission et le transfert dans les eaux et les sols des éléments traces métalliques et des hydrocarbures en domaine routier. Thèse de doctorat, Université de Poitiers, Poitiers, 252 p.
- Peyre O., Olivos G. & Joubert V. 2003 - Atlas préliminaire de répartition des reptiles et amphibiens du Vaucluse. C.R.O.P., 20 p.
- Scoccianti C. 2001 - Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione, (Amphibia: aspects of conservation ecology). Guido Persichino Grafica, Firenze, Italia, 430 p.
- Sriyaraj K. & Shutes R.B.E. 2001 - An assessment of the impact of motorway runoff on a pond, wetland and stream. *Environ. Int.*, 26: 433-439.
- Veillerette F. 2002 - Pesticides, le piège se referme. Terre vivante, Mens, France. 160 p.
- Vos C.C. & Chardon. J.P. 1998 - Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. *J. Appl. Ecol.*, 35: 44-56.
- Wake D.B. 1998 - Actions on amphibians. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 379-380.
- Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P. & Sear D. 2004 - Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biol. Conserv.*, 115: 329-341.
- Wood P.J. & Barker S. 2000 - Old industrial mill ponds: a neglected ecological resource. *Appl. Geogr.*, 20: 65-81.
- Wood P.J., Greenwood M.T. & Agnew M.D. 2003 - Pond biodiversity and habitat loss in the UK. *Area*, 35: 206-216.
- Wren C.D., Bishop C.A., Stewart D.L. & Barrett G.C. 1997 - Wildlife and contaminants in constructed wetlands and stormwater ponds: current state of knowledge and protocols for monitoring levels and effects in wildlife. Canadian Wildlife Service, Ontario Region, 57 p.

manuscrit accepté le 30 août 2004

Nouvelles données sur la répartition et l'écologie de reproduction de *Bufo brongersmai*, *B. viridis* et *B. mauritanicus* (Anoura, Bufonidae) dans les Jbilettes centrales (Maroc)

par

Michaël GUILLON⁽¹⁾, Gwendoline LE LIARD⁽¹⁾ et Tahar SLIMANI⁽²⁾

⁽¹⁾ Centre d'études biologiques de Chizé, CNRS,
79360 Villiers-en-Bois (France)
(michael.guillon@tiscali.fr)

⁽²⁾ Université Caddi Ayyad, Faculté des sciences Semlalia,
Laboratoire d'écologie animal terrestre,
Bd M.Y. Abdellah, BP 2390, Marrakech 40000 (Maroc)
(slimani@ucam.ac.ma)

Résumé - Les espèces d'amphibiens adaptées au climat marocain semi-aride sont difficilement visibles. Ainsi, leur écologie est encore assez mal connue. Nous apporterons ici des données supplémentaires sur la répartition et l'écologie de la reproduction de *Bufo brongersmai*, *B. viridis* et *B. mauritanicus*. La découverte de *B. brongersmai* dans les Jbilettes centrales, élargit son aire de répartition au Maroc et laisse supposer qu'elle pourrait s'étendre encore plus loin vers l'Est. *Bufo mauritanicus* semble très rare dans la zone prospectée, probablement du fait des modifications que le milieu a subies ces dernières années. Pour *Bufo viridis* et *B. brongersmai*, ces deux amphibiens auraient un mode de reproduction très similaire et qu'il est directement lié aux conditions météorologiques (principalement les précipitations).

Mots-clés : Amphibiens, Climat semi-aride, Ponte, Précipitations, Assèchement, Maroc.

Summary - News data on distribution and reproductive ecology of *Bufo brongersmai*, *B. viridis* and *B. mauritanicus* (Anoura, Bufonidae) in the Central Jbilettes (Morocco). Amphibian species adapted to the Moroccan semi-arid climate are observed with difficulty and, their ecology is thus still poorly documented. We report new data on the distribution and the reproductive ecology of three bufonids (*Bufo brongersmai*, *B. mauritanicus* and *B. viridis*). *B. brongersmai* was observed in the Central Jbilettes, that widened its Morocco distribution which could spread further towards the East. *Bufo mauritanicus* seems very rare in the prospected zone, because of strong ecosystem alterations during these last years. In *Bufo viridis* and *B. brongersmai*, these two amphibians may have a similar mode of reproduction which is directly related with meteorological conditions (mainly the precipitations).

Key-words: Amphibians, Semi-arid climate, Spawn, Precipitations, Drying-out, Morocco.

I. INTRODUCTION

La répartition et l'écologie de l'herpétofaune marocaine sont de mieux en mieux connues (Bons & Geniez 1996, Schleich *et al.* 1996). Au fil des prospections répétées, les aires de répartition s'affinent pour s'approcher de plus en plus de la réalité, mais les oublis sont faciles. En effet, les espèces d'amphibiens adaptées à ce climat méditerranéen semi-aride ne sont facilement visibles que lors de la période de reproduction qui peut se réduire à une semaine seulement (Pasteur & Bons 1959). Ce rythme de vie si particulier les rend difficiles à étudier. Ainsi, l'écologie de la reproduction de ces espèces est encore assez mal connue. Nous apporterons ici des données supplémentaires sur la répartition et l'écologie de la reproduction de *Bufo brongersmai* (Hoogmoed 1972), *Bufo viridis* (Laurenti 1768) et *Bufo mauritanicus* (Schlegel 1841). Nous avons pu étudier les variations environnementales subies par ces crapauds et en particulier, le déroulement de leur reproduction.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Durant une période s'étalant du 20 février au 25 avril 2003, nous avons prospecté une zone des Jbilettes centrales situées à environ 25 km au Nord de Marrakech (31°37'N, 8°02'W). Nous avons visité, toutes les semaines au minimum, les sites favorables et noté les différentes observations relevées durant nos prospections.

A. Zone de prospection

Jbilettes en arabe veut dire "petites montagnes" ce qui définit assez bien la zone. En effet, elle se constitue d'une plaine de faible altitude (environ 500 m) composée de collines et d'oueds (rivières temporaires) où de "petites montagnes", d'une altitude oscillant entre 600 à 700 m, surplombent le tout. La roche majoritaire est le schiste, néanmoins, il existe quelques affleurements de basalte, de calcaire et de quartz. Le sol peut être rocheux, pierreux ou sablo argileux. Nous avons couvert une surface totale de prospection d'environ 4 km². Une partie de la zone est utilisée pour la culture de céréales diverses (blé, orge, etc) alors que le reste (environ 2/3 de la surface totale) est surpâturé par les troupeaux de caprins et d'ovins circulant tous les jours. La végétation se compose d'arbustes de jujubiers (*Ziziphus lotus*), de rétames (*Retama monosperma*) et d'acacias (*Acacia gummifera*) dispersés sur l'ensemble de

la zone et d'une strate herbacée, essentiellement graminéennes, relativement riche à cette époque pluvieuse mais rase du fait du surpâturage.

B. Sites favorables à la reproduction des amphibiens

Nous n'avons trouvé que trois sites de reproduction constitués de mares temporaires se situant toujours dans une zone à fort ruissellement.

Site N°1 : Composé de nombreux creux de diverses profondeurs et surfaces, ce site est issu de l'extraction de la terre utilisée pour construire les maisons d'un village proche. Il se situe à proximité d'un oued dans une zone de fort ruissellement par temps de pluie. À son plus haut niveau, cette zone formait une seule et même mare d'un diamètre moyen d'environ 30 m pour une profondeur maximum de 1,5 m.

Site N°2 : Composé de deux mares creusées par les eaux, il se situe dans le lit d'un oued. À son plus haut niveau, la première mare avait un diamètre d'environ 15 m pour une profondeur maximum de 80 cm alors que la seconde, en aval, a un diamètre d'environ 10 m pour une profondeur maximum de 1 m. Cette dernière est à proximité d'un buisson qui lui procure de l'ombre dès la fin de la matinée et est complètement ombragée en fin d'après-midi.

Site N°3 : Cette mare a été construite par l'homme pour permettre aux troupeaux de s'abreuver durant les périodes pluvieuses. Elle se situe dans le lit d'un petit oued où un cordon de terre permet de retenir l'eau tel un barrage. À son niveau le plus haut, la mare avait un diamètre d'environ 15 m. Les rives ayant une pente faible, la mare n'atteignait qu'une profondeur maximum d'environ 50 cm.

Nous avons estimé visuellement le niveau des différentes mares. Nous avons exprimé le niveau des mares en pourcentage du niveau maximum que chaque mare peut atteindre.

C. Relevés des précipitations et des températures

La zone se caractérise par un climat semi-aride avec des précipitations typiques des milieux méditerranéens, c'est-à-dire, rares, courtes et très fortes. Ce type de pluies occasionne généralement de forts ruissellements et une montée rapide des oueds. En général, les précipitations les plus fortes ont lieu dès le mois de février jusqu'à mai. Toutefois, il arrive que des précipitations faibles se produisent. Nous les avons caractérisées comme telles lorsqu'elles ne provoquaient pas la montée des oueds. Nous n'avons pas eu les moyens de mesurer les quantités d'eau tombées. Toutefois, pour chaque précipitation, nous les avons qualifié

de forte ou de faible (en suivant les définitions ci-dessus) et relevé leur durée. Pour les températures, nous avons pu utiliser les données d'une autre étude s'effectuant au même moment sur la même zone. Celles-ci représentent une moyenne journalière des températures de différentes zones (plus ou moins ombragées) de la zone prospectée.

D. Observations des amphibiens

Pour chaque observation d'amphibiens, nous avons noté : la date, l'heure, l'espèce, le sexe, le stade (adulte, têtard, ponte), le nombre d'individus approximatif observé. Nous avons effectué des enregistrements de chorus ainsi que des diapositives des différents stades observés pour effectuer des vérifications systématiques.

III. RÉSULTATS

A. Précipitations et températures

De faibles précipitations se sont produites la nuit du 22 février (fig. 1). Puis après une période de chaleur, de fortes pluies se sont déroulées durant les nuits du 16 au 18 mars, du 26 au 27 mars et du 7 au 8 avril. Ces périodes de pluie furent entrecoupées de périodes de chaleur. Enfin, avant la fin de la période d'étude, de faibles précipitations se sont produites le 14 avril au matin. Le mois d'avril s'est terminé par le retour de fortes chaleurs dépassant les 25°C de moyenne.

B. Suivi du niveau des mares

Le site de reproduction n°2 ne fut trouvé que le 18 mars 2003. Par conséquent, nous n'avons pas pu avoir de données jusqu'à cette date. Les premières mesures du niveau des mares des sites n°1 et 3 ont été réalisées le 2 mars 2003. Les mares avaient dans un premier temps un niveau faible résultant des faibles précipitations du 22 février. Ensuite, pour chacune des périodes de pluie qui ont suivies, nous pouvons constater un remplissage concomitant des différentes mares de façon proportionnelle à la quantité d'eau tombée. Par contre, nous avons noté que la cinétique d'assèchement des mares est propre à chacune d'entre elles (tab. I). En effet, ceci est directement lié à la localisation des mares (dans une zone de plus ou moins fort ruissellement) ainsi qu'à la structure du sol et du sous-sol. Nous pouvons constater que les mares du sites n°1 se vident plus rapidement que celles du n°2 et que ces dernières se vident plus rapidement que celle du site n°3. Nous avons constaté l'assèchement de diffé-

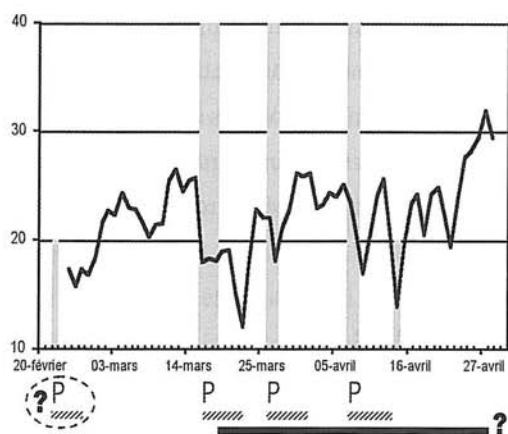


Figure 1 : Relation entre les conditions météorologiques observées et le déroulement de la reproduction chez *Bufo viridis* & *B. bongersmai* durant la période d'étude (Jbilettes centrales, Maroc). Courbe noire : températures journalières moyennes. Histogramme : périodes de précipitations. (faible ou forte). P : périodes de pontes des deux espèces. Barres horizontales hachurées : périodes de présence des adultes dans les mares. Barre horizontale noire : présence de têtards dans les mares. ? : périodes non observées par les auteurs.

Figure 1: Weather conditions and timing of reproduction of *Bufo viridis* & *B. bongersmai* during the studied period (Central Jbilettes, Morocco). Dark curve: mean daily temperatures. Bar: rainy periods (low or high). Le déroulement de la reproduction est représenté en dessous de la partie graphique. P: breeding periods for both species. Down hatched bars: presence of adults in ponds. Down dark bars: presence of tadpoles in ponds. ? : periods without observation.

Date	Niveau des mares (% du niveau maximum)		
	Site n°1	Site n°2	Site n°3
1 mars	0	ND	10
16 mars	0	ND	0
18 mars	100	100	100
27 mars	100	100	100
6 avril	10	50	50
8 avril	100	100	100
16 avril	50	75	75
22 avril	10	50	50
25 avril	0	10	50

Tableau I : Évolution du niveau des mares présentes dans les sites de reproduction n°1, 2 et 3 durant la période d'étude (Jbilettes centrales, Maroc). Les niveaux sont exprimés en pourcentage du niveau maximum de chaque mare. ND : pas de donnée.

Table I: Water levels in ponds of the breeding places n°1, 2 and 3 during the study period (Central Jbilettes, Morocco). Levels are expressed in proportion of maximum level in each pond. ND: no data.

rentes mares après les périodes de pontes. Ainsi la mare du site n°3 a été asséchée le 16 mars. Les mares du site n°1 ainsi que la mare en amont du site n°2 ont été asséchées le 25 avril. L'assèchement de ces mares a entraîné la mort des têtards qui s'y étaient développés. Seuls quelques têtards de *Bufo brongersmai* trouvés morts dans la mare asséchée du site n°2 avaient atteint un développement très avancé, correspondant au stade 43 - 44 de la table de Gosner (Gosner 1960).

C. Observations de la batracofaune

Nous avons observé trois espèces d'amphibiens faisant toutes partie du genre *Bufo* : *Bufo viridis*, *Bufo brongersmai*, et *Bufo mauritanicus*.

1. Phénologie de la reproduction

Durant toute la période d'étude, nous avons pu observer 4 périodes de ponte (fig. 1). Dès le 1^{er} mars, nous avons pu observer dans la mare presque asséchée du site n°3, plusieurs pontes datant de quelques jours. En effet, il ne restait que les gangues gélatineuses et quelques œufs " non fécondés ". Il n'y avait ni adulte ni têtard. Toutes les pontes observées ont été attribuées à *Bufo viridis* (les œufs sont d'un diamètre inférieur à 1,5 mm, agencés en deux rangées par cordons). Le 18 mars dans l'après-midi, nous avons pu observer plusieurs pontes fraîches de *B. viridis* et *B. brongersmai* dans la mare du site n°3. Nous n'avons pas observé d'adultes. Du 28 au 29 mars, nous avons observé de nouvelles pontes fraîches de *B. viridis* et *B. brongersmai* dans les mares des trois sites de reproduction. Nous avons observé les adultes de jours comme de nuit, mais toutefois en plus grand nombre la nuit. De nuit, nous estimons avoir vu dans la mare du site n°3 pour chacune de ces deux espèces une quarantaine d'adultes. Nous avons estimé que les sexes étaient représentés de façon égale. Nous avons observé au même moment une femelle de *Bufo mauritanicus*. Ce fut la seule observation de cette espèce dans la zone de prospection. Du 9 au 12 avril, nous avons observé de nouvelles pontes fraîches de *B. viridis* et *B. brongersmai* dans les mares des sites n°2 et 3. Les adultes étaient présents de jours comme de nuit. De nuit, dans la mare du site n°3, nous estimons avoir vu une quarantaine d'adultes de chaque espèce. Toutefois, les mâles étaient plus nombreux que les femelles, environ dans les proportions de 2/3 de mâles et 1/3 de femelles. Le 16 avril, tous les adultes des deux espèces ont quitté l'ensemble des sites de reproduction.

2. Observations complémentaires

Nous avons pu entendre des chants de *B. viridis* et *B. brongersmai*, lors du crépuscule et de la nuit. Les deux espèces chantent ensemble et principalement sur les rives des mares. Nous avons seulement entendu *B. viridis* chanter hors de l'eau (dans un bosquet proche par exemple). Les chants n'ont été entendus que lorsque les animaux étaient visibles et/ou en proximité de leur zone de reproduction. Le chant de *B. viridis* est bien plus intense que celui de *B. brongersmai*, ce qui lui permet d'être entendu à une centaine de mètres. Nous avons remarqué que le chant de *B. brongersmai* est proche du chant de contact des mâles de *B. viridis*. De jour nous n'avons jamais vu de *B. brongersmai* hors de l'eau, alors que nous avons vu plusieurs couples de *B. viridis* en amplexus hors de l'eau. Les amplexus ont été observés chez les deux espèces de jour comme de nuit. Pour *B. viridis*, les pontes peuvent se dérouler de jour comme de nuit alors que nous n'avons pas vu de *B. brongersmai* en train de pondre de jour. Nous avons remarqué que les adultes des deux espèces ne restent dans les mares que 4 à 6 nuits. De plus, nous avons constaté que *B. viridis* a tendance à quitter les mares plus tôt que *B. brongersmai* qui reste alors seul dans les mares. Nous avons remarqué que les mâles de *B. viridis* changent de couleurs en fonction de la situation. En effet, pendant la période de chant (généralement dans l'eau), les mâles sont d'une couleur unie allant du beige au marron clair. Tous les mâles observés hors de l'eau, après la période d'accouplement, étaient beaucoup plus semblables aux femelles, c'est à dire avec des taches vertes (de différents tons) sur un fond sombre. Les mâles comme les femelles possédaient une ligne vertébrale claire, rappelant celle de *Bufo calamita*.

IV. DISCUSSION

La découverte de *B. brongersmai* dans notre site d'étude ne modifie pas la carte de répartition réalisée par Bons et Geniez en 1996 (fig. 2). Toutefois, en se plaçant à une échelle plus fine (fig. 3), nous constatons que nos observations font reculer vers l'Est la limite nord de l'aire de répartition de l'espèce. De plus, la zone des Jbilet est un petit massif montagneux assez étendu (40 km nord-sud ; 150 km est-ouest) dont le paysage est assez homogène. Comme notre site d'étude est situé dans le centre de cette région, nous supposons que la répartition de *B. brongersmai* pourrait s'étendre encore plus loin vers l'Est. Au contraire, les aires de répartition de *B. mauritanicus* et *B. viridis* sont déjà bien définies, car ce sont des

espèces largement réparties sur l'ensemble du territoire marocain (Pasteur & Bons 1959, Destre *et al.* 1989, Bons & Geniez 1996, Schleich *et al.* 1996).

Nos observations des pontes, des têtards et des adultes, de ces trois espèces de crapauds, correspondent aux descriptions de la bibliographie (Pasteur & Bons 1959 ; Schleich *et al.* 1996 ; Gallix 2002 ; Nöllert & Nöllert 2003). Toutefois, nous n'avons pas trouvé d'étude de sonogramme corroborant nos observations faites sur la ressemblance entre les chants de *Bufo brongersmai* et les chants de contact de *B. viridis*. Nous n'avons pas eu les moyens techniques d'étudier nous-mêmes cette ressemblance. Nous avons été surpris de n'avoir vu qu'un seul individu de *Bufo mauritanicus* durant toute la période de prospection. Il est peu probable que la rareté de *B. mauritanicus* sur la zone soit due à une reproduction plus précoce ou tardive que *Bufo brongersmai* et *B. viridis*. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que nous avons uniquement prospecté de nuit les sites n°1 et 3, possédant les mares les plus petites. En effet, les têtards de cette espèce demandent un temps de développement plus long que *B. viridis* et *B. brongersmai* (Pasteur & Bons 1959). De plus, la rareté de *B. mauritanicus* est certaine-

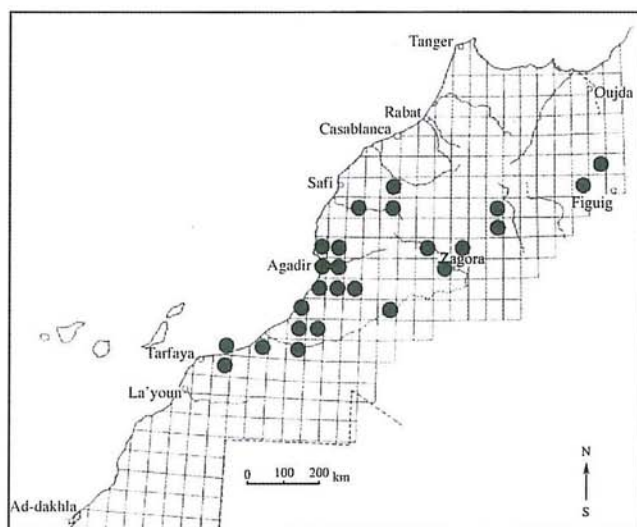


Figure 2 : Carte de répartition de *Bufo brongersmai* au Maroc (d'après Bons & Geniez, 1996). Points noirs : observations de *B. brongersmai* par Bons & Geniez sur l'ensemble du territoire marocain (Maroc occidental compris).

Figure 2: Distribution of *Bufo brongersmai* in Morocco (adapted from Bons & Geniez, 1996). Dark spots : data on *B. brongersmai* collected by Bons & Geniez in the whole Morocco territory (western Morocco included).

ment liée aux modifications du paysage et climatiques que la zone prospectée a subies depuis les dernières décennies. En effet, en plus de la sécheresse qui existe depuis 10 ans, la zone accumule les conséquences du surpâturage des troupeaux d’ovins et de caprins. Ces modifications ont rendu les conditions de vie difficiles dans cette zone de plus en plus aride.

Du fait de leur mode de reproduction aquatique, ces amphibiens des milieux semi-arides sont extrêmement dépendants des précipitations pour mener à bien leur reproduction. Comme nous avons pu le constater chez *Bufo viridis* et *B. brongersmai*, leur mode de reproduction est calé sur le rythme des pluies, avec des pontes coïncidant parfaitement avec de fortes précipitations combinées à une chute brutale des températures (fig. 1). Mais, quelle est l’action de chacune de ces variations météorologiques sur la reproduction de ces amphibiens ? Le 14 avril, la chute brutale des températures combinée à de faibles pluies n’a

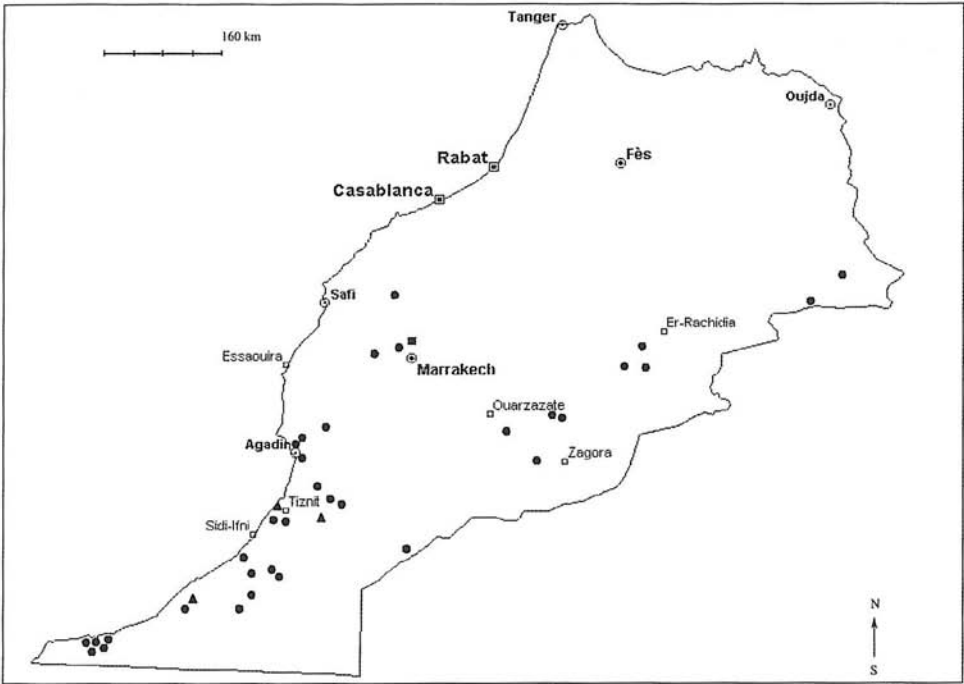


Figure 3 : Carte détaillée de la répartition de *Bufo brongersmai* au Maroc. Points noirs : observations de *B. brongersmai* de Bons & Geniez (1996). Triangles noirs : observations de *B. brongersmai* de Gallix (2002). Carré noir : observations de *B. brongersmai* dans la zone de prospection de cette étude.

Figure 3: Detailed distribution of *Bufo brongersmai* in Morocco. Dark spots: data on *B. brongersmai* from Bons & Geniez (1996). Dark triangles: data on *B. brongersmai* from Gallix (2002). Dark square: data on *B. brongersmai* in the projected area of the present study.

pas entraîné de pontes, ni de migration des adultes vers les sites de pontes. L'intensité des précipitations pourrait être un stimulus plus importants dans le déclenchement des pontes que les températures. Une étude à long terme permettrait de mieux appréhender l'importance des différents facteurs écologiques sur la phénologie de la reproduction de ces amphibiens.

Notre étude renforce certains résultats d'une autre étude, notamment sur la biologie de la reproduction de ces animaux, réalisée sur une population de *B. viridis* et *B. brongersmai* vivant en syntopie dans la région de Tiznit au sud ouest marocain (Gallix 2002). Toutefois, nous avons noté des différences. En effet, durant la période printanière, le déroulement de la ponte de ces deux espèces, qui coïncide avec le rythme des précipitations, est assez différent entre ces deux régions (Tiznit et les Jbilet). A la mi-mars, il n'y a qu'une seule période de reproduction principale de *Bufo viridis* et *B. brongersmai* à Tiznit. Au contraire, plusieurs sessions successives de reproduction sont observées dans les Jbilet. La différence climatique existante entre ces deux régions aurait de fortes répercussions sur la distribution des pontes de ces deux espèces d'amphibiens. De plus, ces animaux sont capables de se reproduire plusieurs fois dans l'année (Gallix 2002). Ces animaux montrent donc une forte plasticité de leur mode de reproduction, ce qui leur permet de s'adapter à des conditions climatiques différentes. Mais Gallix n'a pas observé une même femelle (pour les deux espèces) pondre plusieurs fois dans l'année, mais un biais de la sex-ratio en faveur des mâles. Dans les Jbilet, nous avons aussi observé un tel biais durant les deux dernières sessions de reproduction. Mais nous ne savons pas réellement si ces animaux ne sont pas capables de fractionner leurs pontes sur plusieurs jours et/ou de réaliser plusieurs pontes dans l'année, comme cela est le cas chez d'autre espèces européennes (Parker 1971). Il serait intéressant de suivre individuellement les femelles (de ces deux espèces) sur l'ensemble de l'année. À Tiznit (Gallix 2002), 92 % des pontes printanières de *B. brongersmai* ont été observées sur 5 jours seulement (soit 78 % des pontes observées dans l'année) et les pontes automnales ont été observées sur seulement 3 jours (soit environ 15 % des pontes de l'année). *Bufo viridis* ne s'est reproduit qu'une seule fois dans l'année en un laps de temps très court (5 jours), c'est à dire une reproduction de type explosif (Sinsch, 1989). *Bufo brongersmai* aurait une reproduction plus étalé dans le temps que *B. viridis* avec deux reproductions dans l'année (printanière et automnale). Toutefois, cette différence observée dans la distribution des pontes des deux espèces doit être pondérée par le nombre de pontes observées par espèces (soit 65 pontes observées pour *B. brongersmai* et seulement 10 pour *B. viridis*). Ainsi, les modes de repro-

duction de ces deux espèces à Tiznit pourrait être au contraire très proches. Dans les Jbilet, nous avons seulement observé ces deux espèces durant la période de reproduction printanière où il s'est produit au moins trois sessions de reproduction consécutives. Les deux espèces ont pondu, comme à Tiznit, dans un laps de temps très court. En effet, les adultes ne sont présents dans les mares que pendant une période maximale de 7 jours, même si *B. viridis* paraît rester un peu moins longtemps que *B. brongersmai*. Ainsi, en regardant les observations faites à Tiznit et dans les Jbilet, il semble que ces deux espèces ont des modes de reproduction proches, même si *Bufo viridis* semble être plus opportuniste que *B. brongersmai*. En effet, *B. viridis* a été plus précoce que *B. brongersmai* avec une session de ponte supplémentaire qui s'est déroulée fin février. Mais ces deux espèces présentent une reproduction tout aussi opportuniste qu'explosive. En effet, à chaque fois que les conditions favorables se présentent, ils sont capables de se reproduire en très peu de temps, juste après le début de fortes précipitations. Ils s'avèrent être capables de discriminer les faibles des fortes précipitations. De plus, nous avons vu que la vitesse d'assèchement des mares est propre à chacune d'entre elles. Nous avons constaté à trois reprises la mort de pontes ou de têtards suite à l'assèchement des mares. Ainsi, ce type de reproduction opportuniste apporte certainement un avantage adaptatif dans cet environnement aride imprévisible.

En conclusion, ces premières observations sur ces deux amphibiens montrent un mode de reproduction très similaire et probablement très lié aux conditions météorologiques (principalement les précipitations). Ceci entraîne un synchronisme des pontes des deux espèces. Cependant, la croissance des têtards des deux espèces n'est pas affectée par cette syntopie si la densité des larves n'est pas trop élevée (Heyer 1976, Gallix 2002). Or, chaque mare a une cinétique d'assèchement propre (tab. I). entraînant un accroissement plus ou moins rapide de la densité de larves, et peut-être de la compétition. Ceci pourrait avoir des conséquences, différentes pour chaque mare et fonction des conditions météorologiques, sur la dynamique démographique de ces deux espèces.

Remerciements : Nous voulons remercier Housseine Boujoudi pour son aide ainsi que Frédéric Lagarde du Laboratoire du Centre d'études biologiques de Chizé pour nous avoir permis d'utiliser certaines données.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bons J. & Geniez P. (éds) 1996 - Amphibiens et reptiles du Maroc (Sahara occidental compris). Atlas

biogéographique. Association herpétologique espagnole, Barcelone. 320 p.

Destre R., Roux P., Geniez P., Thevenot M. & Bons J. 1989 - Nouvelles observations sur l'herpétofaune marocaine. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 51: 19-26.

Gallix T. 2002 - Premières données sur la biologie de *Bufo brongersmai* Hoogmoed 1972 endémique du Maroc. Suivie éco-éthologique d'une population en sympatrie avec *Bufo viridis* Laurenti 1768 pendant l'année 1999 (Amphibia : Anoura : Bufonidae) (Oued Oudoudou ; S. O. Maroc). Mémoire de diplôme de l'EPHE de Montpellier II, France. 100 p.

Gosner K. L. 1960 - A simplified table for staging anuran embryos and larvae. *Herpetologica*, 16: 183-190.

Heyer W. R. 1976 - Studies in larval amphibians habitat partitionning. *Smithson. Contrib. Zool.*, 242: 1-27

Nöllert A. & Nöllert C. 2003 - Guide des amphibiens d'Europe. Les guides du naturalistes. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel. 383 p.

Parker H. W. 1971 - Grenouilles et crapauds : accouplement et reproduction. In La grande encyclopédie de la nature. Parker H. W. & Bellairs A. (eds). Vol. 9 (Les amphibiens et les reptiles), pp. 114-131. Bordas, Vêrone. 384 p.

Pasteur G. & Bons J. 1959 - Les Batraciens du Maroc. Travaux de l'Institut scientifique Chérifien, Rabat. Série zoologique N°17. 237 p.

Schleich H. H., Kastel W. & Kabisch K. (éds) 1996 - Amphibians and reptiles of North Africa. Koeltz. Koenigstein. 630 p.

Sinsch U. 1989 - Migratory behavior of common toad *Bufo bufo* and natterjack toad *Bufo calamita*. pp. 113-125. In Langton T. E. S. (éds) - Amphibians and roads. Proceedings Toads tunnel Confédération, Rendsburg. 169 p.

manuscrit accepté le 14 octobre 2004

Répartition, habitat et conservation des amphibiens du Pays de Herve (Belgique)

par

Mathieu DENOËL

*Unité de biologie du comportement, Département des sciences
et gestion de l'environnement, Université de Liège,
22 quai van Beneden, 4020 Liège, Belgique
(Mathieu.Denoel@ulg.ac.be)*

Résumé - La connaissance de la répartition et des exigences écologiques des espèces est un prérequis à leur conservation à une époque où les déclins sont généralisés à l'échelle de la terre entière. L'objectif de cette étude est de caractériser ces aspects pour discuter du statut des espèces d'amphibiens dans le Pays de Herve, une région qui est représentative des habitats agricoles bocagers et de leur évolution vers une homogénéisation paysagère. Sur plus de quatre cents sites aquatiques prospectés, 72 % contenaient des amphibiens. Toutes les espèces wallonnes (à l'exception de celles récemment disparues), y étaient présentes mais certaines y étaient fort rares. Le Crapaud calamite et le Triton crêté sont les deux espèces les plus menacées dans un avenir immédiat, mais presque toutes les espèces sont menacées par une perte élevée de populations. Le remblaiement et l'abandon des points d'eau autrefois destinés au bétail sont le premier facteur du déclin des amphibiens sur le Pays de Herve, mais d'autres facteurs comme l'introduction de poissons et la pollution des eaux ont aussi des conséquences désastreuses en diminuant fortement la diversité au profit des espèces les plus ubiquistes. Des mesures de gestion et de protection généralisées devraient être entreprises le plus rapidement possible pour enrayer ou du moins ralentir le processus actuel.

Mots-clés : Atlas de répartition, Habitat, Conservation, Amphibiens, Belgique.

Summary - Repartition, habitat and conservation of amphibians in Pays de Herve (Belgium).

The knowledge of distribution and ecological determinants of species is a prerequisite to their conservation at a time where declines are generalized at a world scale. The aim of this study is to characterize these topics to discuss the status of amphibian species in Pays de Herve, an area which is representative of hedged farmland regions and their evolution toward a landscape homogenization. On more than four hundreds ponds surveyed, 72% contained amphibians. All Walloon amphibian species (except those recently disappeared), were present but some were rare. The natterjack toad and the crested newt are the two most threatened species in a close future, but almost all species are threatened with large population decreases. The destruction and abandon of cattle ponds is the primary factor of decline of amphibians in Pays de Herve, but other factors such as fish introduction and water pollution have also a negative impact in decreasing biodiversity in favour of less specialized species. Management and conservation measures should be taken as soon as possible to stop or at least slow down the current process.

Key-words: Distribution atlas, Habitat, Conservation, Amphibians, Belgium.

I. INTRODUCTION

Les amphibiens sont en régression à l'échelle mondiale et ce, y compris au nord de l'Europe (Houlahan *et al.* 2000). L'urbanisation croissante, les changements de pratiques agricoles, l'introduction d'espèces invasives sont tous des facteurs contribuant au niveau local à la raréfaction des amphibiens (Beebee 1997, Joly *et al.* 2001, Wood *et al.* 2003). Les perturbations sont d'une part directes lorsque les habitats sont détruits ou dégradés : pollution (Hecnar 1995), trafic routier (Carr & Fahrig 2000) et introduction de prédateurs (Knapp & Matthews 2000, Denoël *et al.* 2005). D'autre part, elles sont indirectes, lorsque les paysages se fragmentent et que les sites deviennent isolés les uns des autres (Beebee 1997, Joly *et al.* 2001). Le déclin est tel que certaines espèces ont déjà disparu de régions entières. Ainsi, le Sonneur à ventre jaune, la Rainette verte et le Pélobate brun ont disparu de la Wallonie (moitié sud de la Belgique) (Percsy *et al.* 1997). Face à une telle situation, la connaissance détaillée de la répartition est un prérequis important pour évaluer le statut des espèces dans un territoire donné et pour pouvoir préparer des mesures de protection adéquates (Böhme 1997).

La cartographie des espèces d'amphibiens est florissante dans le nord-ouest de l'Europe. Des atlas internationaux (par exemple, Gasc *et al.* 1997), nationaux (par exemple, Castanet & Guyétant 1989) et régionaux (par exemple, Bitz *et al.* 1996) ont été publiés sur base des observations d'observateurs bénévoles et d'études spécifiques. En Belgique, les cartographies régionales sont basées sur une maille de 4 km de côté, tant en région wallonne (Parent 1983, 1984, 1997) qu'en région flamande (Bauwens & Claus 1996). Le prochain atlas herpétologique wallon (Aves - Région Wallonne) sera lui aussi basé sur ce quadrillage (Percsy *et al.* 1997). Des cartographies davantage locales existent mais ne sont détaillées que pour le nord du Pays (amphibiens du Limbourg belge : Schops 1999) et ne concernent parfois que des espèces ciblées (Triton alpestre et palmé de Flandre Orientale et Occidentale : de Fonseca 1980, 1981). Le maillage utilisé est dans ces cas précis : 1 x 1 km pour le Limbourg et 2 x 2,5 km pour les Flandres. En Wallonie, par contre, il n'existe pas encore d'étude de zones géographiques importantes avec un maillage plus précis que les atlas régionaux.

Le Pays de Herve, région bocagère de l'est de la Belgique n'a été que peu prospecté par les herpétologistes, si ce n'est dans son extrémité Nord-Ouest couverte par l'atlas du Limbourg (Schops, 1999) et aux alentours de la ville de Liège, sise dans son extrémité Sud-Ouest (Parent 1997, Percsy *et al.* 1997). Aucune étude détaillée de répartition n'a été publiée, si ce

n'est des études spécifiques de populations (Denoël 1996). Le Pays de Herve représente toutefois une aire intéressante au niveau herpétologique avec 11 espèces d'amphibiens recensées dans les précédents atlas (Parent 1984, 1997), parmi lesquelles six anoures (*Alytes obstetricans*, *Bombina variegata*, *Bufo bufo*, *B. calamita*, *Rana esculenta synklepton* et *R. temporaria*) et cinq urodèles (*Salamandra salamandra*, *Triturus alpestris*, *T. cristatus*, *T. helveticus* et *T. vulgaris*). *B. variegata* pourrait toutefois y avoir disparu, les seules populations connues étant éteintes (Parent 1997, Schops 1999). Le Pays de Herve n'en subit pas moins les conséquences de l'évolution actuelle des paysages qui met en péril les populations autochtones d'amphibiens. L'objectif de cette étude est ainsi de caractériser la répartition géographique des espèces d'amphibiens présentes en prospectant de manière homogène l'entièreté du territoire concerné et en utilisant une grille plus précise que les atlas régionaux. De surcroît, les caractéristiques générales des habitats occupés seront présentées pour discuter du statut des espèces d'amphibiens. D'autre part, cette étude s'intègre dans la cartographie régionale des espèces en vue de compléter les cartes de répartition des futurs atlas herpétologiques.

II. MÉTHODES

L'aire prospectée est limitée par un fleuve à l'Ouest (la Meuse), un affluent important de la Meuse au Sud (la Vesdre), les Pays-Bas au Nord et l'Allemagne au Nord-Est et à l'Est (fig. 1). Il s'agit ainsi du Pays de Herve au sens large, dont la superficie est de 614 km². Il comprend non seulement le plateau bocager (Pays de Herve au sens restreint), mais aussi les versants est de la Meuse et nord de la Vesdre ainsi qu'une petite partie de l'Ardenne à l'extrémité Sud-Est. La majeure partie de cette zone est en région wallonne (24 communes en province de Liège), tandis qu'une commune fait partie de la région flamande (province du Limbourg). L'altitude est la plus basse dans la Vallée de la Meuse (Liège : 65 m) et la plus haute à l'extrême Est (Raerenerwald : 450 m). Le Pays de Herve est une région agricole principalement consacrée à l'élevage (surtout des bovins). Il comprend aussi des terres cultivées qui remplacent progressivement les pâtures (principalement au nord-ouest du plateau) ainsi que des vergers. Les zones arborées sont disséminées sur le territoire, avec de plus grandes étendues sur les versants des deux grands cours d'eau et à l'extrémité Sud-Est. Elles sont constituées de feuillus et de conifères. Les surfaces boisées sont relativement stables et représen-

tent environ 15 % du Pays de Herve. Signe d'une agriculture pastorale, de nombreuses mares ont été créées par les fermiers.

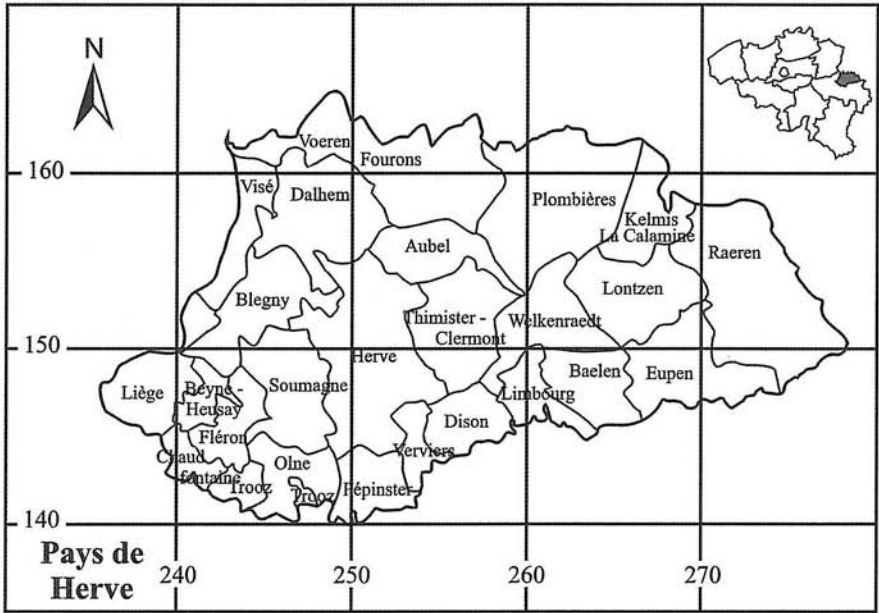


Figure 1 : Le Pays de Herve (Belgique). Traits fins : limite des communes ; Traits épais : limite de la région étudiée ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 10 x 10 km).

Figure 1 : Pays de Herve (Belgium). Thin lines: limits of communes; Thick lines: limits of the study area; 10 x 10 km Lambert grid.

Des étangs ont également été creusés, principalement dans les domaines privés, en particulier près de châteaux. Certains sont toutefois dans le domaine public. 1934 points d'eau stagnante ont été répertoriés sur base des cartes topographiques de l'Institut Géographique National. La densité moyenne est ainsi de 3 points d'eau par km². La distribution de ces points d'eau n'est pas homogène (fig. 2). Peu de mares sont présentes à l'ouest et au nord-ouest du Pays de Herve. La zone de plus forte densité se situe le long d'une ligne s'étendant du Sud-Ouest au Nord-Est (longeant la vallée de la Vesdre, mais sur le plateau). Le Pays de Herve est traversé par plusieurs cours d'eau, parmi lesquels la Berwinne (s'écoulant vers le Nord-Ouest, entre la commune d'Aubel et les environs de Visé où elle se jette dans la Meuse)

et la Gueule (prenant sa source sur la commune de Raeren et poursuivant son parcours sur la commune de Plombières pour terminer en Allemagne).

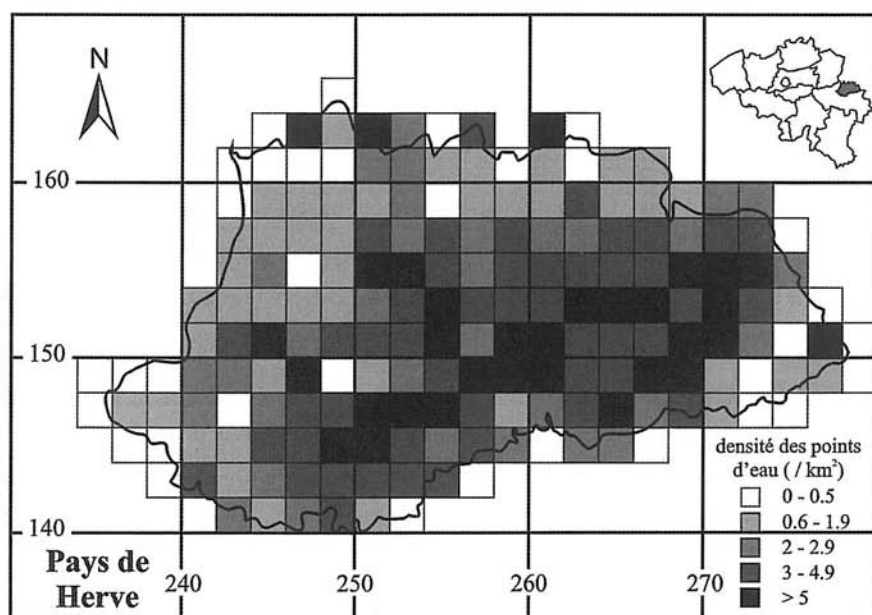


Figure 2 : Densité des points d'eau stagnante du Pays de Herve (Belgique). Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km).

Figure 2: Density of stagnant water bodies in Pays de Herve (Belgium); 2 x 2 km Lambert grid.

Le quadrillage kilométrique Lambert, avec un maillage de 2 x 2 km, a été utilisé pour représenter la répartition des amphibiens sur le Pays de Herve. Ce quadrillage est basé sur la découpe des cartes "numériques" topographiques 1:10 000 de l'Institut Géographique National Belge. Le découpage des nouvelles cartes belges est légèrement décalé dans le sens Nord-Sud vis-à-vis des anciennes cartes et cela pour s'ajuster parfaitement au quadrillage Lambert. Le quadrillage des précédents atlas belges ne peut donc pas s'ajuster parfaitement à celui utilisé dans mon étude. L'ancien découpage des cartes (trame IFBL) disparaissant progressivement, il était ainsi préférable d'utiliser directement le nouveau système. Le territoire prospecté compte 188 carrés selon le maillage de 2 x 2 km, mais seuls 119 ont l'entièreté de leur surface incluse (4 km²).

L'étude s'est déroulée entre 1990 et 2004 lors de la période de reproduction des amphibiens (fin de l'hiver au début de l'été). J'ai sélectionné les points d'eau sur base de la lecture des cartes de l'IGN. J'ai visité chaque carré de 2 x 2 km afin d'y explorer au moins un point d'eau (sauf en cas d'absence d'habitat aquatique). Dans la presque totalité des cas, les prospections se sont faites indépendamment des précédentes aires de répartition publiées afin de ne pas biaiser l'échantillonnage. 378 points d'eau stagnante et 28 ruisseaux ont ainsi été prospectés, ce qui représente un cinquième des sites présents. En moyenne, 2,7 sites ont été visités par secteur de 4 km². Les observations ont été basées sur des pêches à l'épuisette, avec en complément des observations visuelles et acoustiques directes. De plus, les données d'amphibiens en phase terrestre ont été incluses, mais différenciées dans la représentation cartographique (grisé contre noirâtre). Les coordonnées géographiques ont été mesurées sur carte avec une précision de 100 m (5 m pour l'altitude). Les distributions altitudinales de chaque espèce ont été comparées entre elles par une ANOVA suivie de tests post-hocs HSD de Tukey. Le principal critère d'intérêt pour cette étude était la présence/absence de chaque espèce. Cependant, pour certains sites, des informations complémentaires ont été prises : abondance, reproduction, présence de prédateurs, présence de cultures dans un rayon de 400 m, proximité de surfaces boisées. Les déterminants d'occurrence des espèces seront toutefois l'objet d'une publication spécifique.

Contrairement au protocole de la plupart des atlas de répartition, seules mes observations sont présentées sur les figures afin d'éviter des confusions de localisation ou l'inclusion de données réalisées en dehors de la période de cette étude. Cette procédure permet aussi de comparer les milieux prospectés sur base de critères homogènes. Des différences de répartition avec d'autres sources publiées et bases de données seront discutées dans le texte.

III. RÉSULTATS

A. *Alytes obstetricans*

L'Alyte accoucheur a été observé dans seulement seize habitats aquatiques répartis sur 19 carrés atlas. Il est présent dans les vallées de la Vesdre et de la Gueule, mais également dans quelques sites au cœur du Pays de Herve (fig. 3).

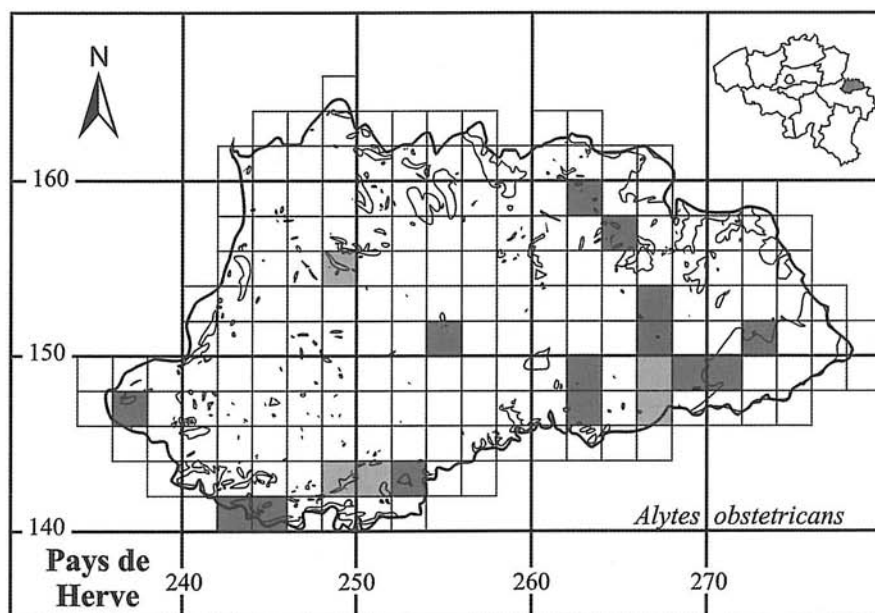


Figure 3 : Répartition de l’Alyte accoucheur au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l’espèce à l’eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km); Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d’étude).

Figure 3: Distribution range of the midwife toad in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

L’Alyte accoucheur occupe principalement les mares, mais aussi les étangs et dans une moindre mesure les petits cours d’eau, les bassins de jardin et les bassins d’orage (fig. 4). Des poissons étaient présents dans trois sites. Un tiers des sites étaient au sein ou en bordure immédiate de zones arborées tandis que le point d’eau le plus éloigné était à 560 m de forêts. La moitié des sites sont à proximité de cultures. La superficie des points d’eau était de 5 à 5 000 m². L’Alyte accoucheur était présent entre 100 et 335 m d’altitude (moyenne de 224 mètres) mais aucune différence significative n’a été trouvée vis-à-vis des autres espèces quoiqu’il y ait une tendance vers des altitudes plus élevées que *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton (fig. 5). Il est associé particulièrement à *T. alpestris*, *R. temporaria* et *T. vulgaris* (tab. I).

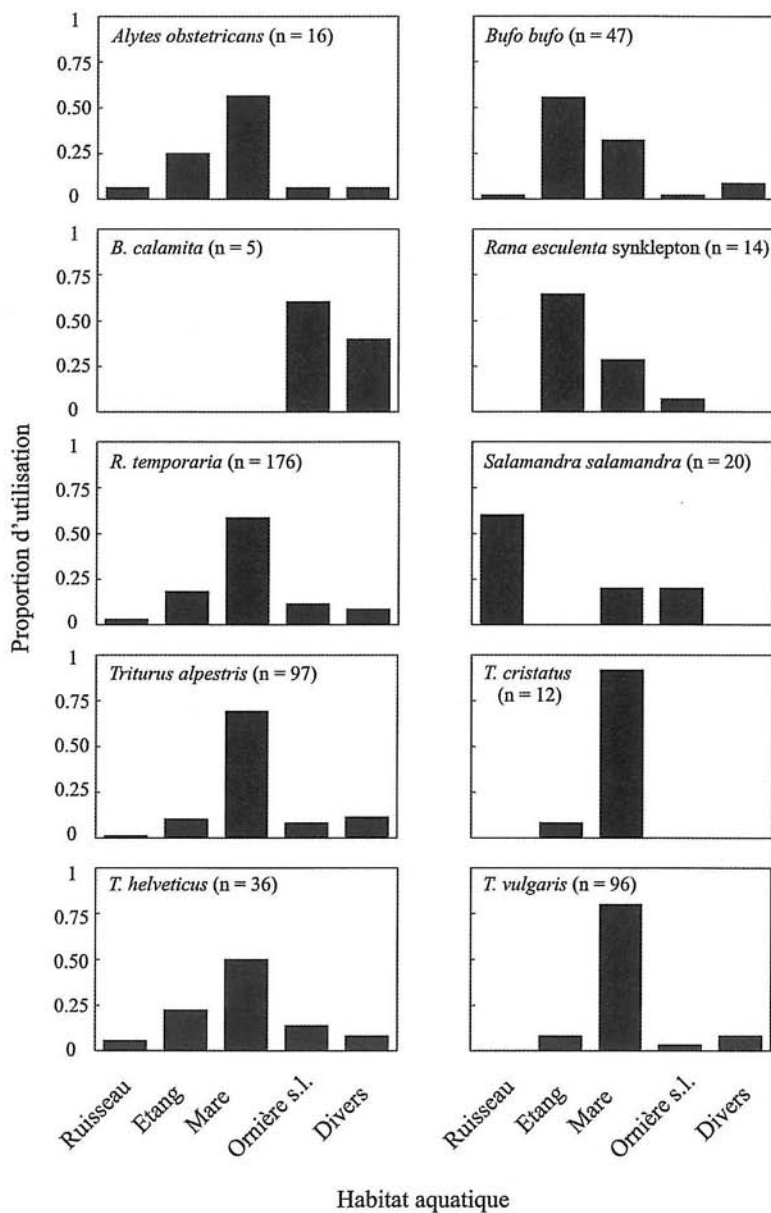


Figure 4 : Proportion relative des principaux types d'habitats aquatiques utilisés par les amphibiens du Pays de Herve (Belgique). Ornière s.l. = ornières et fossés inondés, flaques, prés humides ; Divers = bassins de jardin, bassins d'orage, douves, piscines.

Figure 4: Relative proportion of the different types of aquatic habitats used by amphibians in Pays de Herve (Belgium). Ruisseau = small brook; Etang = large pond; Mare = small pond; Ornière s.l. = rut, ditch, wet meadow; Divers = garden pond, bassin, moat, swimming pool.

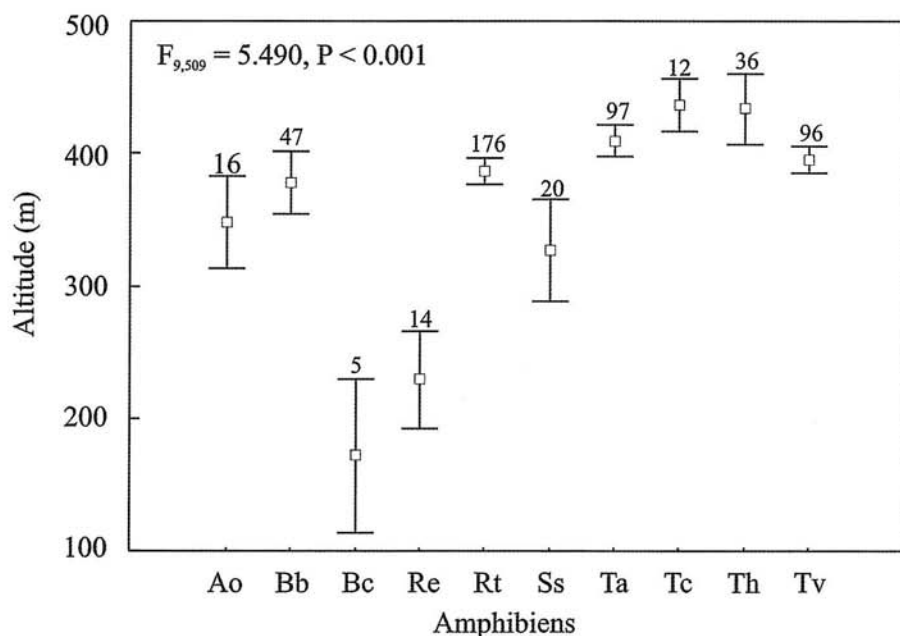


Figure 5 : Répartition altitudinale des amphibiens du Pays de Herve (Belgique). Points : moyennes, moustaches : erreurs types. A.o. = *Alytes obstetricans*, B.b. = *Bufo bufo*, B.c. = *B. calamita*, R.e. = *Rana esculenta* synklepton, R.t. = *R. temporaria*, S.s. = *Salamandra salamandra*, T.a. = *Triturus alpestris*, T.c. = *T. cristatus*, T.h. = *T. helveticus*, T.v. = *T. vulgaris*.

Figure 5: Altitudinal distribution range of amphibians in Pays de Herve (Belgium). Dots: means, whiskers: SE.

B. *Bufo bufo*

Le Crapaud commun est présent de manière disséminée sur le Pays de Herve (fig. 6). Il a été observé dans 47 stations réparties sur 41 carrés atlas. La partie orientale du plateau (cantons de l'Est) présentait le plus de populations. Cette espèce affectionne les points d'eau spacieux et est typique des étangs (fig. 4).

Le Crapaud commun se rencontre également dans les mares à bétail et forestières ainsi que dans des douves et bassins d'orage, voire même occasionnellement dans des milieux réduits (ornières, bassins de jardin). Les superficies des points d'eau occupés sont ainsi comprises entre 1 m² et 3,7 ha. Le crapaud commun peut se reproduire en eau courante (dans l'Inde à l'est du Pays de Herve). La moitié des sites occupés contenait des poissons, ce qui fait de cette espèce la plus tolérante à ce facteur. L'espèce est présente entre 75 et 435 m d'altitu-

de, avec une moyenne de 239 m (fig. 5). Cette distribution altitudinale est significativement supérieure à celle de *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton, mais similaire à celle des autres espèces. Le Crapaud commun cohabite principalement avec *R. temporaria* (tab. 1). Le nombre moyen de pontes par site était de 32, avec un maximum de 200 (n = 24).

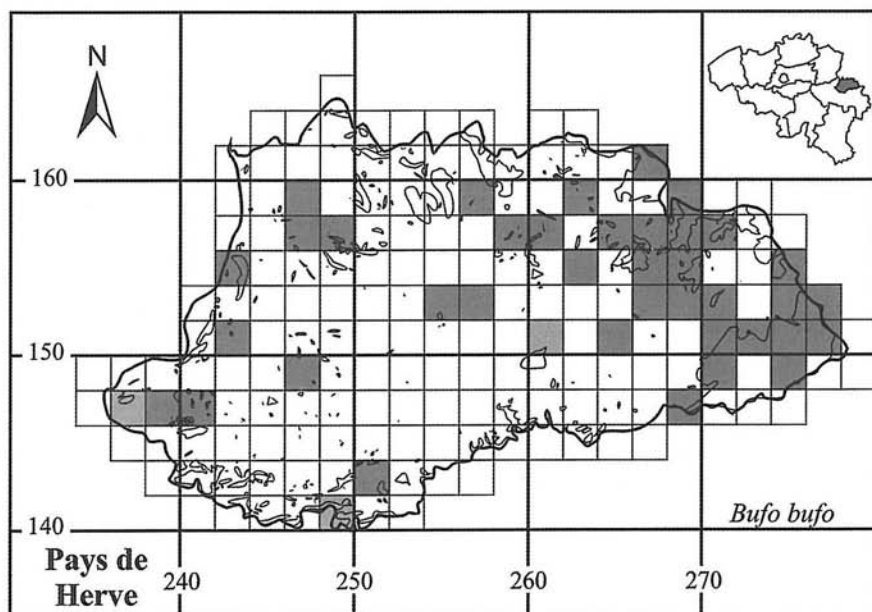


Figure 6 : Répartition du Crapaud commun au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 6: Distribution range of the common toad in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

C. Bufo calamita

Le crapaud calamite est rare dans le Pays de Herve. Il est localisé à l'ouest du plateau sur le versant mosan et est réparti sur 4 carrés atlas (fig. 7). La seule population importante occupe un bassin d'orage dans l'ancienne caserne de la Chartreuse. Plusieurs dizaines d'adultes s'y reproduisaient (jusqu'à 33 adultes observés en une visite, en comptant ceux à l'eau et sur terre à proximité), tandis que seuls quelques individus étaient vus sur les autres sites. Le point

d'eau à proximité des habitations était régulièrement l'objet de déversement d'immondices. Un autre bassin d'orage a été aménagé en 1993 afin d'y accueillir des amphibiens (Denoël 1993). Des crapauds calamites s'y sont reproduits par la suite.

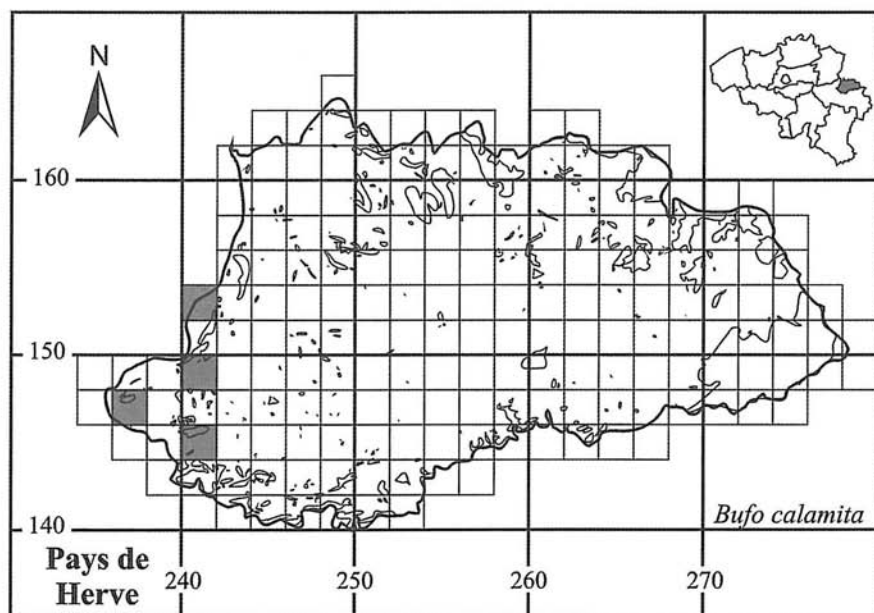


Figure 7 : Répartition du Crapaud calamite au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 7: Distribution range of the natterjack toad in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

Les trois autres sites consistent en des flaques d'eau (Friche de Cheratte, Terril de la Malueule, les Houlpais). Tous ces points d'eau sont temporaires, dépourvus de poissons et situés en bordure ou dans le voisinage immédiat de milieux boisés, quoique l'habitat typique de l'espèce est un paysage ouvert. Des cultures sont à proximité de trois sites, les deux autres étant en milieu sub-urbain. L'altitude moyenne est de 136 m (min-max : 60 - 235 m), c'est-à-dire significativement moins que celle de *B. bufo*, *R. temporaria* et des quatre espèces de tritons (fig. 5). Le Crapaud calamite est faiblement associé à d'autres espèces, si ce n'est dans les deux bassins d'orage où il cohabite avec *T. alpestris* (tab. I).

Tableau I : Coexistence des amphibiens du Pays de Herve (Belgique). Les valeurs représentent la proportion d'habitats aquatiques où chaque espèce (lignes) est présente en cohabitation avec les autres espèces (colonnes). A.o. = *Alytes obstetricans*, B.b. = *Bufo bufo*, B.c. = *B. calamita*, R.e. = *Rana esculenta* synklepton, R.t. = *R. temporaria*, S.s. = *Salamandra salamandra*, T.a. = *Triturus alpestris*, T.c. = *T. cristatus*, T.h. = *T. helveticus*, T.v. = *T. vulgaris*.

Table I: Coexistence of amphibians in Pays de Herve (Belgium). Values indicate the proportion of aquatic habitats in which each species (lines) is present with the other species (columns).

Espèce	A.o.	B.b.	B.c.	R.e.	R.t.	S.s.	T.a.	T.c.	T.h.	T.v.
A.o. (n = 16)	-	0,25	0,06	0,06	0,56	0,06	0,63	0,13	0,25	0,44
B.b. (n = 47)	0,08	-	0,02	0,10	0,58	0,00	0,17	0,00	0,19	0,23
B.c. (n = 5)	0,20	0,20	-	0,00	0,20	0,00	0,40	0,00	0,20	0,00
R.e. (n = 14)	0,07	0,33	0,00	-	0,60	0,00	0,27	0,00	0,20	0,20
R.t. (n = 176)	0,05	0,16	0,01	0,05	-	0,03	0,23	0,03	0,11	0,23
S.s. (n = 20)	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,20	0,00	0,20	0,05
T.a. (n = 97)	0,10	0,08	0,02	0,04	0,42	0,04	-	0,08	0,24	0,51
T.c. (n = 12)	0,17	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,67	-	0,25	0,83
T.h. (n = 36)	0,11	0,25	0,03	0,08	0,56	0,11	0,64	0,08	-	0,39
T.v. (n = 96)	0,07	0,11	0,00	0,03	0,42	0,01	0,51	0,10	0,15	-

D. *Rana esculenta* synklepton.

Des Grenouilles “vertes” ont été observées principalement dans les vallées de la Gueule et de la Julienne (13 sites ; fig. 8). Une quatorzième population existe aussi en amont des vallons de la Gulp et de la Berwinne à Heuvel. L'espèce est ainsi répartie sur 7 carrés atlas. Un propriétaire m'a signalé l'introduction de dizaines de Grenouilles “vertes” dans un étang de ce secteur, mais elles ne s'y sont pas maintenues. Certaines Grenouilles “vertes” sont d'origine allochtone, mais la proportion relative des différents taxa reste à préciser. Elles sont typiques des étangs ensoleillés, même poissonneux (fig. 4). Des poissons étaient ainsi présents dans cinq sites. Les Grenouilles “vertes” se rencontrent aussi dans des mares et ont été observées dans un fossé inondé. La plupart des milieux aquatiques sont toutefois spacieux (entre 60 m² et 1 ha). Pour une moitié, ces points d'eau sont bordés par un milieu forestier et pour l'autre ils en sont distants, au plus de 400 m. Des cultures sont présentes dans les alentours d'un cinquième des sites. Les stations sont situées entre 75 et 285 mètres, avec une altitude moyenne de 165 m (fig. 5). La distribution altitudinale est significativement inférieure à

celle de *B. bufo*, *R. temporaria* et des quatre espèces de tritons. Les Grenouilles “vertes” cohabitent principalement avec *R. temporaria* (tab. 1). Certains sites abritaient plus d’une cinquantaine d’adultes, tandis que d’autres ne comptaient que quelques individus.

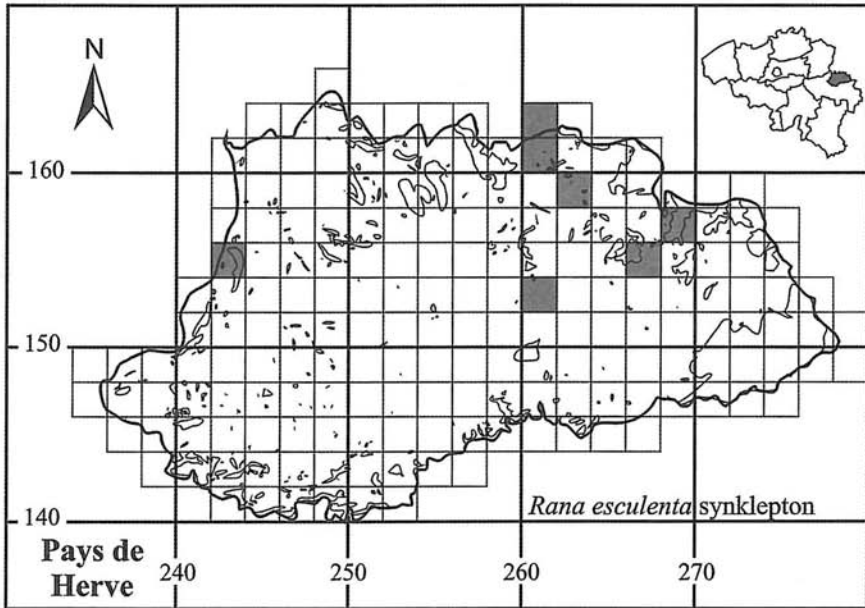


Figure 8 : Répartition du synklepton des Grenouilles “vertes” au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l’espèce à l’eau ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d’étude).

Figure 8: Distribution range of the synklepton of green frogs in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

E. *Rana temporaria*

La Grenouille rousse est présente sur l’ensemble du Pays de Herve, que ce soit dans les vallons ou sur le plateau (fig. 9). C’est l’espèce la plus commune. Elle a été observée dans 176 sites répartis sur 116 carrés atlas. Elle est probablement présente dans les quelques carrés où elle n’a pas été observée. Son habitat aquatique principal est la mare, tant à bétail que forestière (fig. 4). Elle est aussi présente dans des milieux plus spacieux comme les étangs et plus réduits comme les ornières et fossés inondés. Elle a été occasionnellement observée dans des piscines de particuliers, des douves et des bassins d’orage. Elle se reproduit même

parfois dans des prés humides ou des zones humides en forêt. Elle pond également dans des ruisseaux au débit très lent.

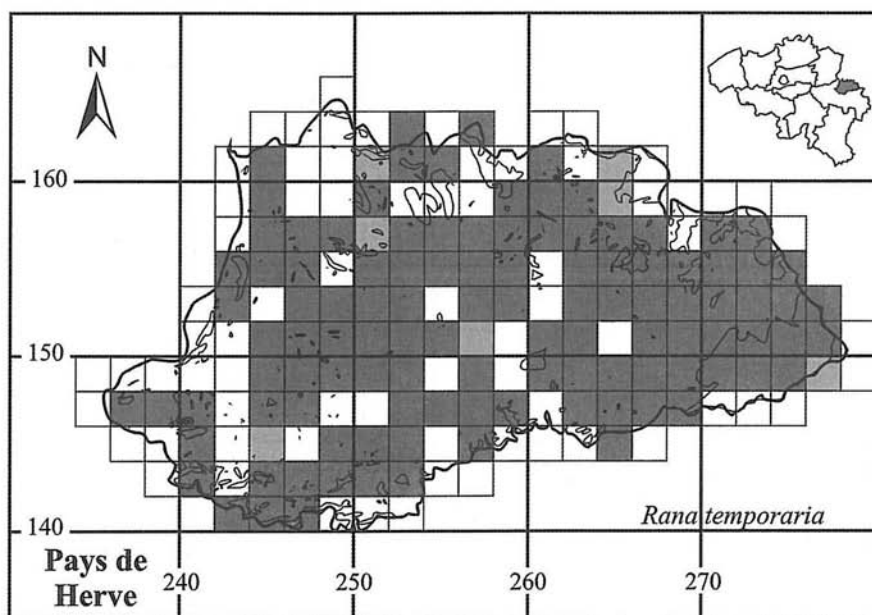


Figure 9 : Répartition de la Grenouille rousse au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 9: Distribution range of the grass frog in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

Les milieux aquatiques fréquentés ont ainsi des superficies de 1 m² à 3,7 ha. Des poissons étaient présents dans un septième des sites. Un tiers des sites sont en bordure de bois, mais des mares peuvent en être fort distantes (jusqu'à 1 680 m). Des cultures sont présentes aux alentours de près de la moitié de ces sites de reproduction.

La distribution altitudinale de la Grenouille rousse s'étend de 75 à 440 m avec une moyenne de 244 m (fig. 5). Elle est significativement supérieure à *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton. La Grenouille rousse est plus souvent présente seule dans un habitat qu'en syntopie avec les autres amphibiens. Elle cohabite toutefois davantage avec *T. alpestris* et *T. vul-*

garis ainsi que *B. bufo* dans une moindre mesure (tab. I). Une moyenne de 37 pontes par sites avec un maximum de 400 a été observée sur un échantillonnage de 87 sites.

F. *Salamandra salamandra*

La Salamandre tachetée est principalement présente dans les petits affluents de la Vallée de la Vesdre (ruisseau de la Casmatroye, d'en Massouhé, de Forêt, des Doux Fonds - Grand Ri, Schimmericherbach, Haasbach, Wesertalsperre et de Ketteniser busch) (fig. 10). Elle a toutefois été observée dans un affluent de la Meuse (ruisseau des Houlpais), deux affluents de la Berwinne (ruisseau d'Heskeberg et du bois de Mortroux) et un affluent de l'Inde (le Periolbach). Au total, elle est présente dans 20 sites, répartis sur 20 carrés atlas.

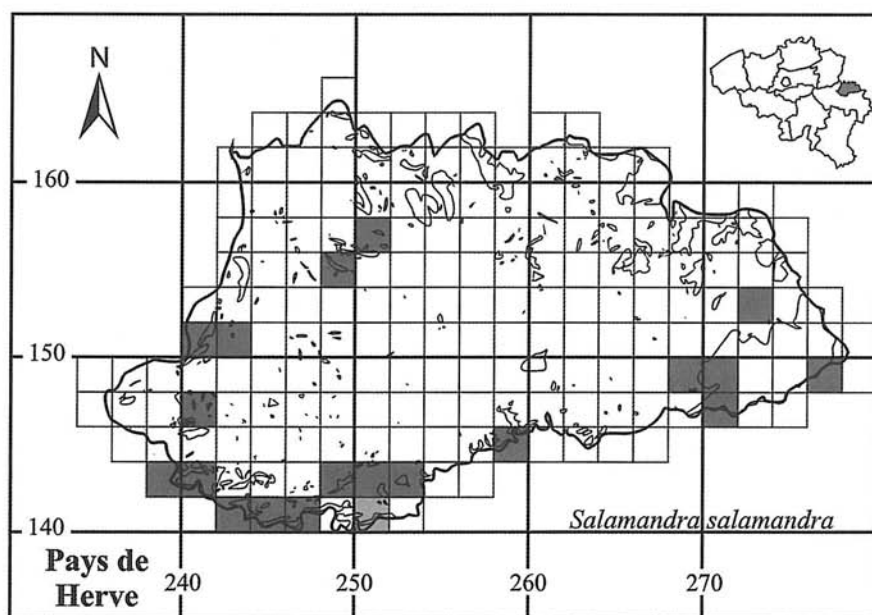


Figure 10 : Répartition de la Salamandre tachetée au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 10: Distribution range of the fire salamander in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

Quoique les larves et les femelles reproductrices soient typiques des petits cours d'eau forestiers, des reproductions ont aussi lieu dans des mares et fossés inondés, généralement alimentés par de petits rus (fig. 4). 85 % des habitats aquatiques sont en forêt. Les trois sites restants sont proches des bois. La Salamandre est présente entre 95 et 400 m d'altitude (moyenne de 213 m ; fig. 5). Sa distribution altitudinale ne diffère pas significativement de celle des autres espèces d'amphibiens. La Salamandre est généralement seule présente dans les milieux aquatiques, les autres espèces évitant les cours d'eau. En milieu stagnant, elle cohabite surtout avec *T. alpestris* et *T. helveticus* (tab. I). Jusqu'à 68 salamandres adultes ont été vues actives en même temps sur un site, tandis qu'un suivi de ces salamandres par marquage a montré qu'il y avait au moins 189 adultes présents sur 1,4 ha prospecté (Denoël 1996).

G. Triturus alpestris

Le Triton alpestre est présent sur une large partie du Pays de Herve (96 points d'eau répartis sur 69 carrés atlas) et particulièrement au Sud et à l'Est (fig. 11), c'est-à-dire dans le secteur où la densité de points d'eau est la plus importante (> 3 par km^2 ; fig. 2). Quelques populations ont également été observées en région liégeoise ainsi qu'à proximité de la Meuse et de manière dispersée dans le centre-ouest et nord du Pays de Herve. L'habitat typique est la mare, mais l'espèce se rencontre occasionnellement en étang ainsi que dans des douves, ornières et fossés inondés (fig. 4). Elle a été observée à une occasion dans un petit ruisseau presque stagnant à proximité immédiate de mares où il était également présent. La superficie des milieux aquatiques varie entre 0,5 et 3 000 m^2 . 38 % de ceux-ci sont situés en forêt ou en bordure immédiate de celles-ci. Des sites en sont cependant distants (maximum : 1,64 km) et des cultures sont présentes à moins de 400 m dans près de la moitié des sites. Seuls six cas de cohabitation avec des poissons ont été répertoriés. Les sites de reproduction sont situés entre 100 et 435 m d'altitude, avec une moyenne de 255 m (fig. 5). Moins de 10 adultes par site ont été observés dans la majorité des sites de reproduction de Triton alpestre. Cependant les plus grandes populations contenaient plus de 179 adultes. Ces tailles d'effectif de reproducteurs sont probablement sous-estimées, mais elles indiquent que, quoique présentes dans un nombre élevé de sites, les populations sont généralement extrêmement réduites. La distribution altitudinale du Triton alpestre est uniquement significative-

ment supérieure à celle de *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton. Le Triton alpestre est généralement en syntopie avec *T. vulgaris* et *R. temporaria* (tab. I).

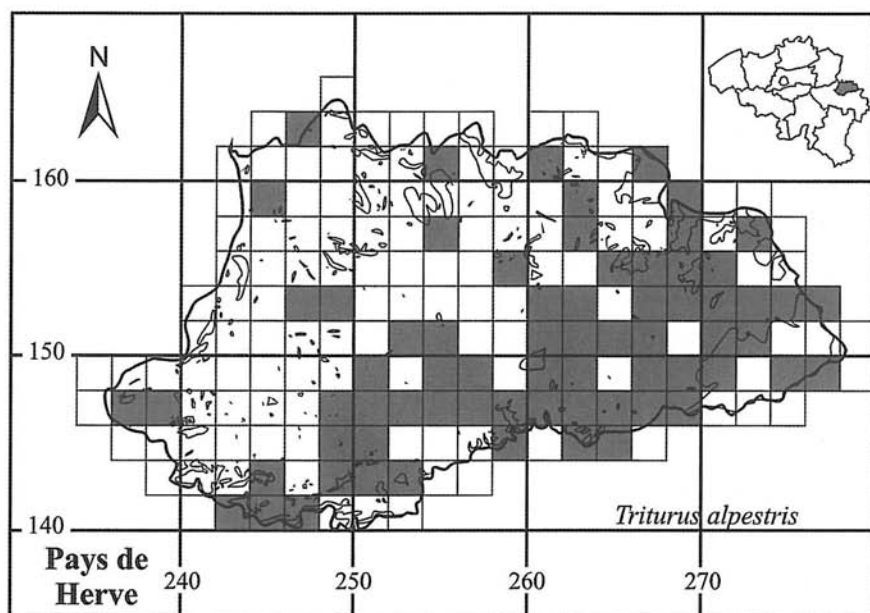


Figure 11 : Répartition du Triton alpestre au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 11: Distribution range of the Alpine newt in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

H. *Triturus cristatus*

Le Triton crêté est très rare au Pays de Herve où seulement 12 populations ont été observées, toutes situées dans des carrés atlas différents (fig. 12). Deux groupes de populations se distinguent : un au Sud-Ouest dans la région d'Olné (En Géliveau, Hansez, Haute Rafhay et Stoki) et un à l'Est aux alentours d'Eupen (Gut Benesse Hof, Ferme Blanc Baudet, Hof Krompelberg, Gemehret, Harbenden et Kornei). Deux populations davantage isolées se trouvent au centre du plateau, aux Margarins et à la Ferme Vogelsang.

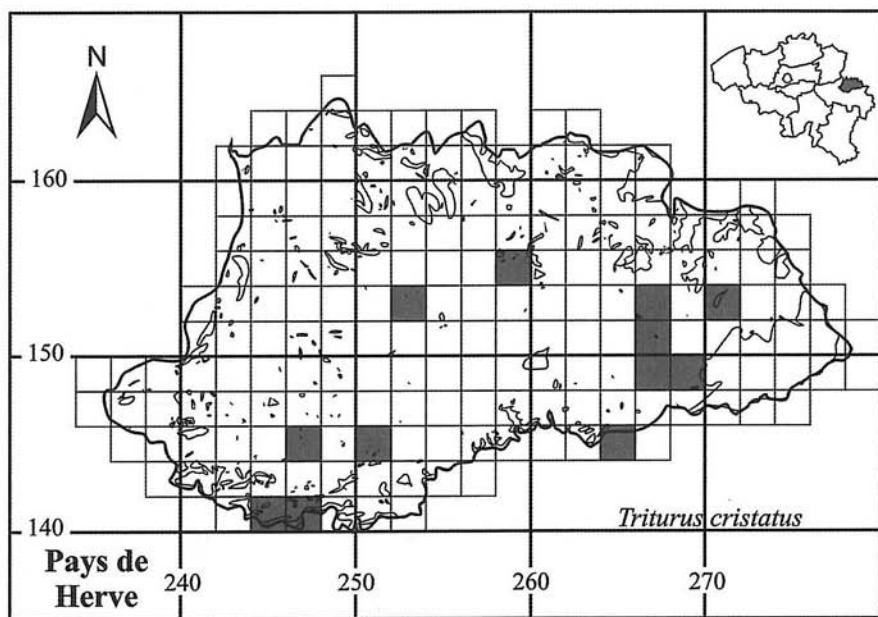


Figure 12 : Répartition du Triton crêté au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 12: Distribution range of the crested newt in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

L'espèce reste cependant à rechercher dans d'autres sites car toutes les populations observées étaient de très petite taille : 11 individus maximum observés dans un site et entre 1 et 5 dans les autres. L'espèce a donc pu passer inaperçue dans plusieurs sites. Onze populations occupent des mares et une, un étang (fig. 4). Les points d'eau comprenant des Tritons crêtés avaient une superficie de 15 à 1200 m². Une seule mare contenait des poissons (Hansez), mais un seul Triton crêté y a été observé. La plupart des sites sont en paysage ouvert. Six sont à proximité de cultures et deux sont en bordure forestière. La distribution altitudinale s'échelonne entre 200 et 335 m (moyenne : 268 m ; fig. 5). Elle est significativement supérieure à celle de *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton, mais similaire à celle des autres espèces d'amphibiens. Le Triton crêté cohabite principalement avec *T. alpestris* et *R. temporaria*.

I. *Triturus helveticus*

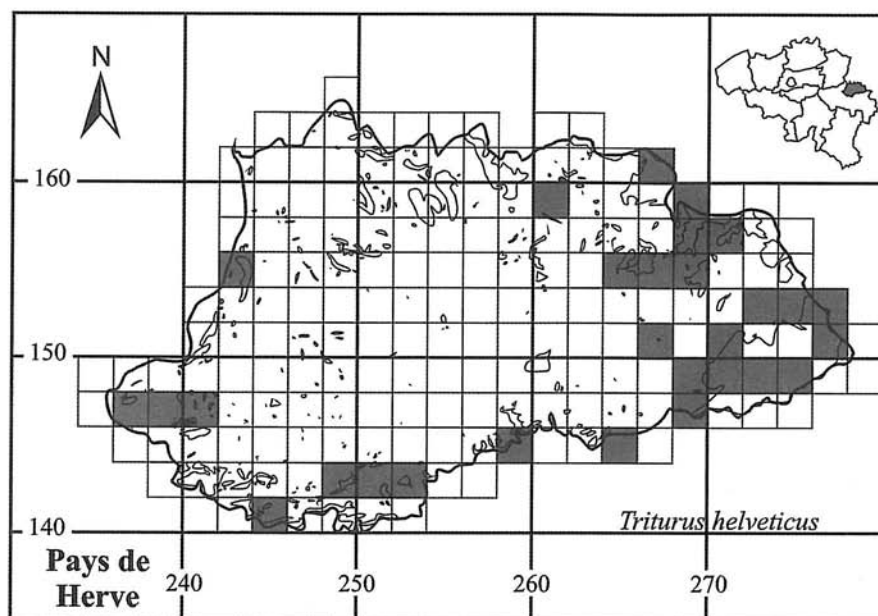


Figure 13 : Répartition du Triton palmé au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 13: Distribution range of the palmate newt in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

Le Triton palmé présente une répartition localisée au Pays de Herve (fig. 13). Seules 36 populations ont été découvertes. Elles sont réparties sur 29 carrés atlas. Le Triton palmé est présent à proximité de la Vesdre et de la Meuse ainsi qu'à l'est du plateau (cantons de l'Est). Sa répartition est directement liée à la présence de bois (fig. 13). Le Triton palmé se reproduit en effet uniquement dans les points d'eau forestiers et dans ceux à proximité d'une couverture boisée. 80 % des points d'eau sont ainsi en forêt ou en bordure de couvertures boisées. Le Triton palmé n'a été observé ni au cœur ni au nord-ouest du Pays de Herve où les bois sont plus rares (cultures davantage intensives au Nord-Ouest, prairies au centre). Des cultures ne sont ainsi présentes à proximité que d'un quart des sites aquatiques. Quoique des bois soient présents au nord du plateau, le Triton palmé n'y a toutefois pas été rencontré lors de cette étude. Cette espèce occupe préférentiellement les mares (fig. 4). Elle se rencontre également

dans quelques étangs et fossés inondés ; plus exceptionnellement dans des bassins d'orage et mares de jardin. Elle a été observée dans deux ruisseaux : un presque stagnant et un autre à débit visible et fond caillouteux (l'Inde) où elle se reproduit. Quatre biotopes aquatiques à Triton palmé contenaient des poissons. Au niveau altitudinal, le Triton palmé est présent entre 75 et 450 m d'altitude (moyenne de 267 m), soit davantage que *B. calamita* et *R. esulenta* synklepton, mais de façon similaire aux autres espèces (fig. 5). La plupart des points d'eau ne contenait que quelques reproducteurs, mais des populations importantes ont également été trouvées. Ainsi, dans un étang forestier, plus de 500 adultes étaient observés. Le Triton palmé cohabite principalement avec *T. alpestris* et *R. temporaria* (tab. 1).

J. Triturus vulgaris

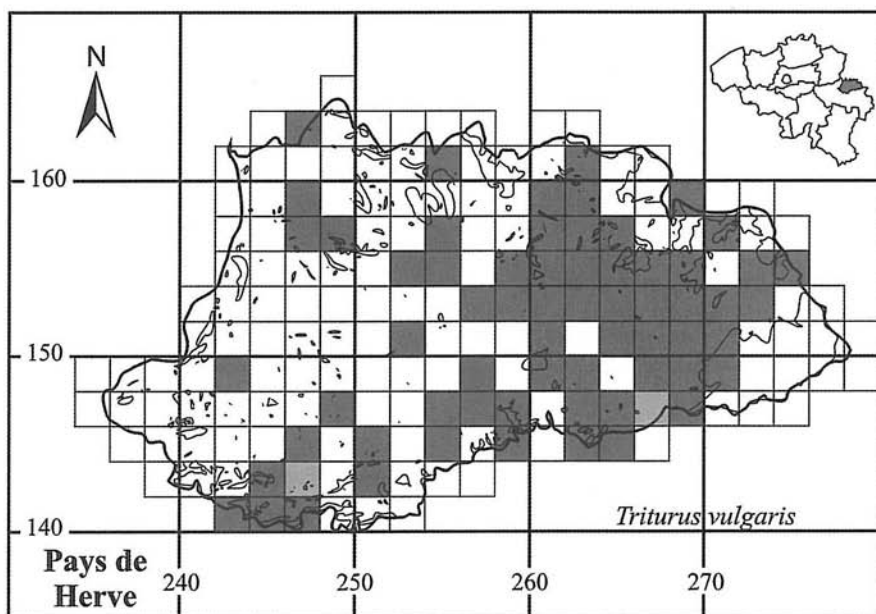


Figure 14 : Répartition du Triton ponctué au Pays de Herve (Belgique). Carrés foncés : présence de l'espèce à l'eau ; carrés clairs : présence uniquement sur terre ; Traits fins : bois ; Quadrillage kilométrique Lambert (maille de 2 x 2 km) ; Petite carte : Belgique (limites des provinces et de la zone d'étude).

Figure 14: Distribution range of the smooth newt in Pays de Herve (Belgium). Dark squares: presence of the species in water; grey squares: presence only on land; Thin lines: woods; 2 x 2 km Lambert grid; Small map: Belgium (limits of provinces and study area).

Le Triton ponctué est bien réparti sur le Pays de Herve (96 sites répartis sur 66 carrés atlas) et ce, principalement sur la moitié Est où il occupe presque tous les carrés de 2 x 2 km à l'exception de la pointe extrême Est (fig. 14). En effet, cette espèce évite les points d'eau au cœur de massifs forestiers et la pointe est couverte de forêts. Quoique située dans l'entre Meuse et Vesdre, la pointe Sud-Est est en effet biogéographiquement davantage rattachée à l'Ardenne qu'au Pays de Herve. Seul un cinquième des sites sont situés en périphérie forestière. Le Triton ponctué est rare dans le centre-ouest du Pays de Herve et dans le vallon mosan. Il occupe presque exclusivement les mares de prairies, mais se rencontre aussi occasionnellement dans des étangs et des mares de jardin et exceptionnellement dans des fossés inondés, des ornières, des douves et des prés humides (fig. 4). La moitié des sites occupés par le Triton ponctué sont à proximité de cultures, ce qui en fait l'espèce la plus typique de ce type de paysage. Les cohabitations avec les poissons sont rares : seuls cinq cas ont été répertoriés. Le Triton ponctué occupe des sites d'altitude compris entre 115 et 335 m (fig. 5).

Les populations sont le plus souvent d'effectifs réduits (moins de 10 reproducteurs observés). Le plus grand effectif observé était de 45 adultes. Comme pour les autres espèces de Tritons, ces valeurs sont probablement sous-estimées mais toutefois indicatrices de populations généralement petites. L'altitude moyenne est de 248 m. Les seules différences significatives avec les autres espèces concernent *B. calamita* et *R. esculenta* synklepton qui occupent des habitats plus bas en altitude. Le Triton ponctué est souvent syntopique avec *T. alpestris* et *R. temporaria* (tab. I).

IV. DISCUSSION

Sur les onze espèces d'amphibiens précédemment mentionnées pour le Pays de Herve, dix ont été retrouvées lors de cette étude. Seule la présence du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) n'a pu être confirmée. Le Sonneur était renseigné dans les Fourons où il occupait des ornières à proximité de la frontière des Pays-Bas, mais il était déjà considéré comme éteint dans les années quatre-vingts (Bauwens & Claus 1996, Schops 1999). Il en aurait été de même dans une station signalée dans la vallée de la Meuse, à Wandre (Parent 1997). Cette disparition du Sonneur n'est pas un phénomène local. Il est en effet actuellement considéré comme absent du territoire belge (Schops 1999, banque de données herpétologiques AVES). L'espèce existe toujours à proximité de la limite nord du Pays de Herve,

dans le Limbourg hollandais (van der Coelen 1992, obs. pers.). Cependant, l'espèce y a subi une forte régression et ne serait plus présente que dans quatre localités (van der Coelen 1992). L'espèce était également présente près de la limite est du Pays de Herve, en Allemagne, mais, là aussi, la plupart des populations proches de la Belgique ont disparu (Dalbeck *et al.* 2001).

Les espèces wallonnes considérées comme éteintes mises à part, l'ensemble des espèces d'amphibiens de Wallonie sont présentes sur le Pays de Herve. Lors de cette étude, des amphibiens ont été observés dans 292 sites des 406 prospectés, soit 72 %. Le Pays de Herve présente ainsi un intérêt particulier pour la diversité des amphibiens. Le présent travail montre que la répartition des amphibiens (Sonneur exclu) est beaucoup plus étendue que ce que ne laissait suggérer la lecture des précédents atlas. Le Pays de Herve a en effet été moins intensément prospecté que d'autres régions de Belgique (Parent 1997 ; banques de données herpétologiques AVES). Il en est particulièrement ainsi pour les Tritons crêté, palmé et ponctué pour lesquels des dizaines de nouvelles stations ont été découvertes lors de cette étude y compris dans des secteurs considérés comme non occupés dans les précédentes cartographies. En particulier, les nouvelles données relatives aux sites de reproduction du Triton crêté (cette étude) triplent le nombre de stations répertoriées dans la banque de données herpétologique d'AVES. La répartition géographique a également été précisée pour les autres espèces avec l'observation de nombreux nouveaux sites.

Les précédents atlas (Parent 1997, Schops 1999), mais également l'atlas herpétologique wallon en cours (banque de données herpétologique AVES), signalent également certaines espèces d'amphibiens dans des carrés "atlas" où elles n'ont pas été observées lors de cette étude. Ces observations peuvent refléter des populations éteintes, particulièrement à l'ouest du Pays de Herve (cf. *infra*), mais aussi des sites qui n'ont pas été visités lors de cette étude, étant donné que le Pays de Herve compte plus de 2 000 milieux aquatiques. Ces observations complémentaires ne montrent cependant pas de changements profonds. Elles peuvent se résumer comme suit : l'Alyte au nord-est de Liège, près de Visé et dans la région d'Aubel (Parent 1997) ainsi que dans les Fourons (Schops 1999) et dans le sud-ouest du Pays de Herve (banque de données herpétologiques AVES) ; le Crapaud calamite sur deux terroirs à proximité du site de la Malueule (Hayette et Retinne : AVES) ; les Grenouilles "vertes" près de Raeren dans les cantons de l'Est (Parent 1997) et au sud du Pays de Herve, à proximité du versant nord de la Vesdre (AVES) ; la Salamandre tachetée des environs de Visé, des Fourons

et du long de la vallée de la Vesdre (AVES ; Schops 1999) ; le Triton crêté des environs de Plombières (AVES) au nord du Pays de Herve ; le Triton palmé du cœur du plateau, près d'Aubel et au Nord-Ouest, près de Visé (AVES) ainsi que dans les Fourons (Schops 1999).

La richesse en points d'eau est un atout pour le Pays de Herve, mais la dégradation généralisée de ceux-ci est un signe indicateur d'une perte de populations. Les changements récents d'un paysage bocager vers des zones de cultures totalement ouvertes, en particulier à l'ouest du Pays de Herve, ont conduit au remblaiement de nombreuses mares. Certains carrés du présent atlas (fig. 2) ne contenaient ainsi aucun ou presque aucun point d'eau. Une haute densité de points d'eau est considérée comme importante pour assurer le maintien des populations qui fonctionnent en métapopulation (Joly *et al.* 2001). Cependant, au Pays de Herve, l'occurrence des espèces d'amphibiens ne semble pas favorisée par une plus haute densité de points d'eau, quoique les espèces diffèrent entre elles dans leurs préférences (obs. pers.). La qualité des points d'eau pourrait avoir plus d'importance que le simple comptage de sites aquatiques périphériques (cf. *infra*). L'urbanisation croissante empiète progressivement sur les habitats ruraux. La tendance récente de délaisser les villes pour construire des logements en zone campagnarde a également eu des conséquences néfastes. Contrairement aux constructions d'antan qui étaient principalement concentrées en villages, séparés les uns des autres par des paysages bocagers où étaient dispersées des fermes et grandes propriétés, les nouvelles constructions se font sur un système linéaire en s'établissant le long des routes. Les points d'eau anciennement situés en bordure de route ont ainsi été directement affectés. La ville de Liège étant dans le sud-ouest du Pays de Herve, c'est également aux alentours de ce secteur que l'urbanisation a été la plus marquée.

En plus d'une destruction d'habitats suite au changement du paysage, nombre de petits points d'eau, autrefois destinés au bétail ne sont plus entretenus, parfois au profit de systèmes de distribution automatique d'eau ou de bassins artificiels inadéquats pour les amphibiens. En plus d'un abandon, les mares servent souvent de déversoir aux déchets en tous genres. Les points d'eau naturels se combleront ainsi progressivement et conviendront de moins en moins aux amphibiens. La plupart des espèces nécessitent en effet un certain volume d'eau pour leur alimentation et reproduction et en particulier pour la survie des larves lors des quelques mois de leur phase de vie aquatique. La plupart des populations d'amphibiens du Pays de Herve sont d'effectif réduit, indiquant que le milieu ne semble pas supporter d'aussi grandes populations que d'autres régions. Un échantillonnage sur une dizaine de

mares a également montré que les taux de nitrates étaient élevés : en moyenne 11 mg/l avec un maximum de 52 (obs. pers.). Des amphibiens ont été observés dans ces milieux chargés de nitrates, mais le succès de leur reproduction reste à déterminer. En effet, de tels taux de nitrates sont connus pour réduire la survie de diverses espèces d'amphibiens (Hecnar 1995, Marco *et al.* 1999). A titre de comparaison, d'autres régions agricoles davantage traditionnelles, comme le Larzac méridional en France, n'ont pas ce problème : la presque totalité des sites aquatiques ayant moins de 3 mg/l (obs. pers.). Les épandages d'engrais et l'étendue de cultures en bordure immédiate de points d'eau devraient ainsi être davantage contrôlés. Le déversement des eaux usées dans les ruisseaux est aussi problématique. La Salamandre tachetée recherche en effet des ruisseaux aux eaux propres et limpides pour donner naissance à ses larves à respiration branchiale. Aucune larve de salamandre n'a ainsi été observée dans les ruisseaux chargés d'eaux usées.

L'introduction de poissons dans les points d'eau stagnante est un problème à l'échelle mondiale, et ce y compris en Europe (Kats & Ferrer 2003, Kiesecker 2003, Denoël *et al.* 2005). Elle conduit à une disparition d'espèces d'amphibiens et une diminution de la biodiversité. Les poissons introduits, qu'il s'agisse de salmonidés (Tyler *et al.* 1998) ou de petits poissons ornementaux comme les poissons rouges (Monello & Wright 2001) ou les Gambusies (Gamradt & Kats 1996), consomment directement nombre d'espèces d'amphibiens. Alors que les plus grands s'attaquent directement aux amphibiens adultes, les plus petits peuvent consommer œufs et larves. De surcroît ils modifient l'équilibre des points d'eau en diminuant la diversité en invertébrés et en végétaux (Schabetsberger *et al.* 1995). Seules certaines espèces s'accommodent bien d'une cohabitation avec des poissons, en particulier les espèces à fertilité élevée et celles dont les œufs et têtards présentent une certaine toxicité (Duguet & Melki 2003). Il s'agit principalement du Crapaud commun et dans une moindre mesure également des Grenouilles rousses et "vertes". L'Alyte, ne déposant ses œufs à l'eau qu'au moment de l'éclosion, les protège également d'une prédation, du moins jusqu'au stade têtard. Par contre les urodèles sont très sensibles à la présence de poissons et ne coexistent que rarement avec eux. La plupart des cas de cohabitation concernaient des petits poissons, comme les épinoches. Dans les autres situations, il est probable que les introductions soient récentes, que les amphibiens observés soient de récents colonisateurs ou que la reproduction soit très réduite et limitée aux zones protégées des points d'eau. Si les introductions de poissons étaient restreintes aux pêcheries, la situation ne serait pas trop néfaste, quoique de tels

sites puissent constituer un piège pour les urodèles. Malheureusement, ces pratiques touchent aussi d'autres habitats lorsque les poissons sont introduits dans un but uniquement décoratif. Cette situation ne touche presque pas les mares destinées au bétail, mais bien les mares de jardins, douves de château et étangs. Elle est donc moins catastrophique que dans d'autres régions, au Larzac et dans les Dombes notamment, où les introductions ne cessent d'augmenter dans les mares destinées au bétail (Joly *et al.* 2001, Denoël *et al.* 2005). Il est donc primordial de surveiller et de contrôler ce facteur dans les années à venir si on ne veut pas se trouver dans une situation inextricable.

Parmi les dix espèces d'amphibiens observées sur le territoire prospecté, certaines étaient communes tandis que d'autres étaient relativement rares, voire très rares. Le Crapaud calamite est typique d'habitats secondaires (les seuls restant localement) instables. La prépondérance de l'espèce dans des friches, industrielles ou non, met ainsi l'espèce en danger en cas de réaffectation de ce type d'habitat. Quoique l'espèce soit toujours commune dans le vallon mosan, seules cinq populations, toutes menacées de disparition ont été observées. Parmi ces populations, seule une présentait un effectif élevé (site de la Chartreuse), mais son habitat est sujet à des décharges d'immondices et est menacé par des projets immobiliers. Le Triton crêté est l'espèce d'amphibien la plus menacée à l'échelle de la Wallonie (Jacob 1998). Elle est d'ailleurs la seule à être listée en annexe II de la Directive habitat (Clemons 1997). Certaines de ces populations ont ainsi été incluses dans le réseau "Natura 2000". Au Pays de Herve, seules douze populations ont été observées. Aucune ne contenait d'importants effectifs et certaines sont hautement menacées de disparition. Un des sites de reproduction est presque comblé et un autre recevait des déversements d'une fosse septique. Deux sites sont depuis peu désignés en zone "Natura 2000" sous l'appellation "Basse vallée de la Vesdre". Il s'agit des sites d'En Géliveau et d'Hansez qui ont aussi fait l'objet de mesures de gestion (élimination du surplus de végétation). Cependant le site d'Hansez a subi de fortes perturbations : introduction de canards domestiques et de poissons (dont des brochets) et rejet d'eaux usées. Le site ne paraît plus propice à l'espèce : un seul adulte a d'ailleurs été observé lors de cette étude. L'espèce a ainsi vraisemblablement disparu de plusieurs sites depuis les premières observations. Les autres populations devraient être également intégralement protégées et leur habitat géré. Le Triton palmé, typique des paysages forestiers, n'est pas menacé à l'échelle wallonne. Cependant, il n'est pas commun au Pays de Herve car celui-ci ne compte que peu de bois et massifs forestiers. Certaines populations forestières

sont toutefois d'effectifs élevés. Elles sont ainsi à protéger en particulier. Quoique la couverture forestière soit relativement stable, de futures réductions forestières, si elles ont lieu, sont à surveiller. Le tracé de la ligne ferroviaire à grande vitesse, actuellement en cours, a ainsi conduit à des déboisements à proximité de sites occupés par cette espèce (Forêt de Grunhaut). Les points d'eau n'ont pas été atteints, mais les sites terrestres ont certainement été restreints. Similairement au Triton palmé, la Salamandre tachetée typique des zones boisées est peu commune dans le pays de Herve. Elle est toutefois bien présente dans les petits vallons boisés où s'écoulent des ruisseaux aux eaux claires. Certaines populations comptent des effectifs très élevés, jusqu'à plus de cent adultes dans un bosquet de la vallée de la Vesdre (Denoël 1996). Elles n'en sont pas moins menacées par la pollution des cours d'eau. A titre d'exemple, la population principale a subi plusieurs menaces : dépôts de branchages, incendie forestier et assèchement du ruisseau. Quoique les Grenouilles "vertes" soient localisées sur quelques sites seulement, elles ne semblent pas être menacées dans l'immédiat. De plus l'habitat de certaines populations est situé en zone "Natura 2000" (principalement la "vallée de la Gueule en aval de Kelmis"). Leurs populations sont cependant à surveiller vis-à-vis de l'introduction de Grenouilles exotiques (Grenouille rieuse par exemple) qui peuvent polluer génétiquement les populations autochtones et entrer en compétition avec elles (Pagano *et al.* 2003). De telles introductions ont déjà eu lieu mais leur importance n'est pas encore déterminée. L'Alyte n'est pas très commun, mais ne semble pas être menacé dans un avenir proche. Les autres espèces sont communes soit sur l'ensemble du Pays de Herve, soit dans des grands secteurs de celui-ci. Les Tritons palmé et alpestre ne semblent ainsi pas directement menacés de disparition. Cependant, la majeure partie des populations ne compte que peu d'individus, probablement en résultat d'une dégradation des paysages aquatiques et terrestres. Leur statut n'est donc pas aussi favorable que ça. La Grenouille rousse, l'amphibien présent dans le plus de sites au Pays de Herve, tolère une très grande gamme d'habitat et n'est donc pas menacée de disparition. Il en est de même du Crapaud commun qui est prépondérant dans les étangs poissonneux, lesquels sont voués à être conservés.

En conclusion, des mesures de protection et de gestion devraient être entreprises sur les mares du Pays de Herve en vue d'assurer la pérennité des espèces d'amphibiens. En particulier, les destructions et le remblaiement même partiel de mares devraient être interdits ou des mesures compensatoires entreprises. De plus, les mares en voie de comblement "naturel" devraient être recreusées, les empoissonnements dans les sites non destinés à la pêche

contrôlés, voire interdits et les poissons éventuellement retirés de sites où ils sont présents. Les rejets d'eaux polluées devraient être interdits dans les ruisseaux et points d'eau stagnants. Des couloirs devraient être maintenus entre les refuges terrestres et les sites de reproduction. La transformation de pâtures en cultures et les constructions immobilières devraient ainsi se faire en harmonie avec la faune locale. Les cultures intensives représentent une uniformisation du paysage et une forte diminution de la biodiversité. La mise en culture devrait ainsi être limitée en étendue, ne pas toucher directement les points d'eau, limiter l'usage d'engrais en particulier en amont de points d'eau à haute diversité, conserver un aspect bocager typique du Pays de Herve et ne pas entraver les échanges entre habitats terrestres et aquatiques ainsi qu'entre populations. Enfin, les zones forestières, même de petite taille devraient être conservées pour assurer un abri terrestre à la plupart des espèces. Il faut donc espérer que des mesures adéquates soient prises le plus rapidement possible pour entraver le déclin actuel avant qu'on ne se retrouve dans une situation où il ne reste presque plus que les espèces les plus ubiquistes à protéger.

Remerciements - Je tiens à remercier le ministre de l'Agriculture et de la Ruralité ainsi que la Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement pour avoir soutenu cette recherche au travers de deux subventions ainsi que pour l'obtention des autorisations de capture. Je suis également reconnaissant à Luc Dumont, Paul Petitfrère et Frédéric Hourlay pour m'avoir accompagné sur le terrain, à Paul Baert (LICONA), Éric Graitson, Jean-Paul Jacob et Thierry Kinet (AVES) pour la communication d'informations sur les amphibiens du Pays de Herve, Thierry Fretey et un référé anonyme pour une relecture de ce travail, ainsi qu'aux différents propriétaires pour m'avoir laissé accéder à leurs points d'eau. Cette recherche a été réalisée dans le cadre d'un mandat de Chargé de recherches du Fonds national de la recherche scientifique (FNRS).

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bauwens D. & Claus K. 1996 - Verspreiding van amfibieën en reptielen in Vlaanderen. De Wielewaal Natuurvereniging, Turnhout. 192 p.
- Beebee T. 1997 - Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, London. 214 p.
- Bitz A., Fischer K., Simon L., Thiele R. & Veith M. 1996 - Die Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz. GNOR, Landau. 312 p.
- Böhme W. 1997 - Preface. In: Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Gasc, J.P. *et al.* (eds.). p. 9. Societas Europaea Herpetologica, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- Carr L. W. & Fahrig L. 2000 - Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conserv. Biol.*, 15: 1071-1078.
- Castanet J. & Guyétant R. 1989 - Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France. Société Herpétologique de France, Paris. 191 p.
- Clemons J. 1997 - Conserving great crested newts. *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 59: 2-5.

- Dalbeck L., Grant H., Hachtel M., Lengersdorf, G., Mager W., Neumann V., Rieck D., Schröder K. & Zehlius J. 2001 - Amphibien und Reptilien im Kreis Euskirchen. Biologische Station im Kreis Euskirchen, Nettersheim. 152 p.
- de Fonseca P. 1980 - La répartition géographique et le choix de l'habitat du Triton ponctué (*Triturus v. vulgaris* (L.)) en Flandres orientale et occidentale (Belgique). *Biol. Jb. Dodonaea*, 48: 74-89.
- de Fonseca P. 1981 - La répartition géographique et le choix de l'habitat du Triton alpestre (*Triturus a. alpestris*) (Laurenti) dans les provinces de Flandre orientale et Flandre occidentale (Belgique). *Biol. Jb. Dodonaea*, 49: 98-111.
- Denoël M. 1993 - Opération "Sauvegarde des amphibiens de la Chartreuse". *Aves Feuille de Contact*, 1993-6: 230.
- Denoël M. 1996 - Phénologie et domaine vital de la Salamandre terrestre, *Salamandra salamandra terrestris* (Amphibia, Caudata) dans un bois du Pays de Herve (Belgique). *Cah. Ethol.*, 16: 291-306.
- Denoël M., Dzukic G. & Kalezic M. 2005 - Effect of widespread fish introductions on paedomorphic newts in Europe. *Conserv. Biol.*, 19: 162-170.
- Duguet R. & Melki F. (eds.). 2003 - Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, édition Biotope, Mèze. 480 p.
- Gamradt S.C. & Kats L. B. 1996 - Effect of introduced crayfish and mosquitofish on California newts. *Conserv. Biol.*, 10: 1155-1162.
- Gasc J.-P., Cabella A., Crnobrnja-Isailovic J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martinez Rica J.P., Maurin H., Oliveira M. E., Sofianidou T. S., Veith M. & Zuiderwijk A. 1997 - Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Societas Europaea Herpetologica, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 494 p.
- Hecnar S.J. 1995 - Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from southern Ontario. *Env. Tox. Chem.*, 14: 2131-2137.
- Houlahan J.E., Findlay C.S., Schmidt B.R., Meyer A.H. & Kuzmin S.L. 2000 - Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.
- Jacob J.P. 1998 - Tritons. *Forêt*, 36: 22-29.
- Joly P., Miaud C., Lehmann A. & Grolet O. 2001 - Habitat matrix effects on pond occupancy in newts. *Conserv. Biol.*, 15: 239-248.
- Kats L.B. & Ferrer R.P. 2003 - Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Div. Distrib.*, 9: 99-110.
- Kiesecker J.M. 2003 - Invasive species as a global problem: Towards understanding the worldwide decline of amphibians. In Amphibian conservation. Semlitsch, R.D. (eds.). pp. 113-126. Smithsonian, Washington.
- Knapp R.A. & Matthews K.R. 2000 - Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. *Conserv. Biol.*, 14: 428-438.
- Marco A., Quilchano C. & Blaustein A. R. 1999 - Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the pacific northwest, USA. *Env. Tox. Chem.*, 18: 2836-2839.
- Monello R. J. & Wright R. G. 2001 - Predation by goldfish (*Carassius auratus*) on eggs and larvae of the eastern long-toed salamander (*Ambystoma macrodactylum columbianum*). *J. Herpetol.*, 35: 350-353.

Pagano A., Lesbarreres D. & Lode T. 2003 - Frog alien species: a way for genetic invasion? *Compt. Rend. Biol.*, 326: S85-S92.

Parent G.H. 1983 - Protégeons nos batraciens et reptiles. Duculot et Région Wallonne, Jambes et Paris. 171 p.

Parent G.H. 1984 - Atlas des batraciens et reptiles de Belgique. *Cah. Ethol. Appl.*, 4: 1-195.

Parent G.H. 1997 - Chronique de la régression des batraciens et des reptiles en Belgique et au Grand-Duché de Luxembourg au cours du xx^e siècle. *Nat. Belges*, 78: 257-304.

Percsy C., Jacob J. P., Percsy N., de Wavrin H. & Remacle A. 1997 - Projet d'atlas herpétologique pour la Wallonie et Bruxelles. AVES, Liège. 34 p.

Schabetsberger R., Jersabek C.D. & Brozek S. 1995 - The impact of Alpine newts (*Triturus alpestris*) and minnows (*Phoxinus phoxinus*) on the microcrustacean communities of two high altitude karst lakes. *Alytes*, 12: 183-189.

Schops I. 1999 - Amfibieën en reptielen in Limburg. Verspreiding, bescherming en herkenning. Liko-na, Hasselt. 201 p.

Tyler T., Liss W.J., Ganio L.M., Larson G.L., Hoffman R., Deimling E. & Lomnický G. 1998 - Interaction between introduced trout and larval salamanders (*Ambystoma macrodactylum*) in high-elevation lakes. *Conserv. Biol.*, 12: 94-105.

van der Coelen J. E. M. 1992 - Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen in Limburg. Stich-ting Ravon, Nijmegen. 352 p.

Wood P. J., Greenwood M.T. & Agnew M.D. 2003 - Pond diversity and habitat loss in the UK. *Area*, 35: 206-216.

manuscrit accepté le 15 octobre 2004