

Diversité et conservation de la faune batrachologique du Bassin Versant d'Oued Laou (Rif, nord-ouest du Maroc)

Diversity and conservation of amphibians in the Oued Laou Catchment (Rif, northwestern Morocco)

Soumia FAHD^{1*}, Mohamed MEDIANI¹, Anne-Marie OHLER², Christiane DENYS³ & Xavier SANTOS⁴

1. Laboratoire Ecologie, Biodiversité et Environnement, Faculté des Sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi. BP 2121, El Mhannech, Tétouan, Maroc (soumiafahd@yahoo.fr) ; (mediamed05@yahoo.fr)

2. Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, ISYEB – UMR 7205 – CNRS, MNHN, UPMC, EPHE, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier, CP 30, 75005, Paris, France (ohler@mnhn.fr)

3. Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Systématique et Evolution, UMR 7205 du CNRS, 55 rue Buffon – CP 51, 75005 Paris, France (denys@mnhn.fr)

4. CIBIO/InBIO (Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto) R. Padre Armando Quintas, 4485-661 Vairão, Portugal (xsantossantiro@gmail.com)

Résumé : Le bassin méditerranéen est l'une des régions les plus diversifiées de la planète en matière de biodiversité. Au sein de cette région, le nord-ouest de l'Afrique est l'une des zones les plus riches en espèces d'amphibiens. Elle héberge aussi le plus grand nombre d'espèces considérées comme étant menacées. Il est, donc, important de connaître la répartition ainsi que les menaces qui pèsent sur la communauté d'amphibiens des aires protégées de cette région. Parmi celles-ci se trouve le bassin versant d'Oued Laou. Localisé dans la région nord-ouest du Maroc, sur le littoral méditerranéen, il occupe une superficie d'environ 930 km². Il se situe entre deux cadres géographiques différents, le littoral et la montagne, et se caractérise par la présence d'un climat allant du semi-aride au perhumide. Cette région présente un grand intérêt biogéographique, paysager et possède une diversité exceptionnelle aussi bien floristique que faunistique. Neuf espèces d'amphibiens ont été observées dans le bassin versant d'Oued Laou, ce qui représente plus de 64% de l'ensemble des espèces présentes au Maroc. Ce groupe de vertébrés, a été peu étudié au Maroc. Le bassin versant du Laou se caractérise par une grande diversité d'habitats : la plaine d'Oued Laou, s'est avérée être la zone la moins riche (2 espèces). Les zones les plus riches sont Jbel Kelti, Bouhachem et le sud-ouest du bassin versant d'Oued Laou (9 espèces). Ces zones sont incluses dans le Parc National de Talassemtane et le Projet de Parc Naturel de Bouhachem. Les espèces les plus rares sont *Pleurodeles waltl* et *Bufo boulengeri*. Les plus abondantes sont *Amietophrynus mauritanicus* et *Pelophylax saharicus*. Les espèces les plus menacées sont *P. waltl*, *Salamandra algira* et *Alytes maurus*. Les principales menaces qui pèsent sur les amphibiens d'Oued Laou sont la déforestation et la pollution de l'eau. Les mesures de protection à prendre sont l'élaboration de nouveaux textes législatifs incluant les amphibiens au Maroc et la prise en considération des amphibiens et de leurs habitats dans la zonation des aires protégées du bassin versant d'Oued Laou.

Mots-clé : Amphibiens, distribution, diversité, conservation, bassin versant du Laou, Maroc.

Abstract : The River Laou Catchment area lies in the north-western region of Morocco, near to the Mediterranean coast and occupies a surface of about 930 km². It is situated between two different geographical frames, the coast and the mountain, and is characterised by the presence of a climate ranging from semi-arid to perhumid. This region represents an important interest concerning biogeography, landscape and has an exceptional floristic and faunistic diversity. Nine species of amphibians have been observed in the River Laou Catchment, and this represents over 64 % of all species present in Morocco. This group of vertebrates has been poorly studied in Morocco. The River Laou Catchment is characterised by a large diversity of habitats: the plain of Wadi Laou is the zone with the lowest species richness (2 species). The richest zones are Jbel Kelti, Bouhachem and the south-west of the River Laou Catchment (9 species). These areas are included in the Talassemtane National Park and the project for a new Natural Park at Bouhachem. The rarest species are *Pleurodeles waltl* and *Bufo boulengeri*. The most abundant are *Amietophrynus mauritanicus* and *Pelophylax saharicus*. The most threatened species are *P. waltl*, *Salamandra algira* and *Alytes maurus*. Major threats against amphibians of River Laou Catchment are deforestation and water pollution. Conservation measures to be taken are the elaboration of new legal texts that include amphibians in Moroccan legislation, and the consideration of amphibians and their habitat in the zonation of protected areas of the River Laou Catchment.

Keywords : Amphibia, distribution diversity, conservation, River Laou Catchment, Morocco

Abridged English version

The Mediterranean basin is one of the most important regions of the planet in terms of biodiversity. Within this region, the northwest of Africa is one of the richest areas in species of amphibians. It also hosts the largest number of threatened species. It is therefore important to know the distribution and threats of the amphibian community in protected areas within this region such as the Laou River Catchment (LRC). This area is located into the Talassemtane

National Park (Northwestern Morocco) and occupies approximately 930 km². It lies between two different geographical regions, the coast and the mountains and is characterized by the presence of a climate ranging from semi-arid to perhumid.

The specific objectives of this work were: 1) to establish an updated inventory of amphibians in RLC, 2) to develop distribution maps for each species, 3) to identify threats to species and their habitats, 4) to compare the conservation

status of amphibians inside and outside the National Park, and 5) to propose conservation measures for the protection of amphibians in the RLC.

Materials and methods

The RLC is located on the western part of the Rif Chain in the Provinces of Tetouan and Chefchaouen, northwest of Morocco. During the period 1990-2010, we conducted 60 visits to the study area in order to register amphibian sightings. Sightings found in the literature were also recorded. The RLC was delineated on the map of Chefchaouen 1/100000 after digitization with ArcGIS 10.0 software (ESRI, Redlands, California, USA). All amphibian species found were identified on UTM maps (Universal Transverse Mercator) at 1x1km squares and distribution maps were plotted in 1x1 km MGRS (Military Grid Reference System). Nomenclature was adopted taking into account the recent taxonomic work of Beukema et al. (2013) for all species except *Bufo spinosus* (Recuero et al., 2012, Arntzen et al. 2013).

Results

In total, we detected 9 amphibian species (Tab. 1), with high variability in abundances and distribution. Their distributions are represented in UTM 1x1 squares in Figure 2 A, B, C, D, E, F, G, H, I for *Salamandra algira*, *Pleurodeles waltl*, *Alytes maurus*, *Discoglossus scovazzi*, *Amietophrynus mauritanicus*, *Bufo spinosus*, *Bufo boulengeri*, *Hyla meridionalis* and *Pelophylax saharicus* respectively. The most important characteristics of each species, comments on the distribution, habitats occupied, most important threats, and taxonomy, are detailed in this study.

Discussion

The River Laou Catchment is an important biogeographical region, with high landscape and biological diversity. Concerning the climate, this area includes some of the rainiest localities across North Africa. Its climate peculiarities result in the presence of a wide variety of habitats, including forests of *Quercus suber*, *Q. rotundifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Abies maroccana* and *Cedrus atlantica*, as well as scrublands, coastal dunes and well developed riparian forests. The region additionally has an important river, the Oued Laou and its tributaries, making it a rich area in aquatic habitats (sources and dayas) favorable to the presence of amphibians. Indeed, it is one of the richest and most diverse regions in amphibians (9 species), and the rate of Moroccan endemism is over 22%.

Located on the Mediterranean coast, the plain of Laou (Fig. 1) is the poorest area in terms of species richness with only two amphibians observed (*A. mauritanicus* and *P. saharicus*). This area has low rainfall rates (200-600 mm) in comparison with other parts of the basin. Located northwest of the study area, Jbel Kelti is a very diverse area, which contains 6 amphibian species (*S. algira*, *A. maurus*, *D. scovazzi*, *B. spinosus*, *A. mauritanicus* and *P. saharicus*). This richness is due to the presence of a large canopy, which

is an excellent refuge for amphibians, a large number of streams and humid climate accompanied by heavy rainfall.

South of Jebel Tazout, Jebel Kelaa Dardara is the richest area with the occurrence of all species and a strong presence of *Alytes maurus*. A well-preserved vegetation cover very diverse and rich in endemics characterizes it. It turns out that the most interesting areas for amphibians are Jbel Bouhachem, Jbel Kelti and southeastern portion of the study area (Fig. 3). These areas are included in the planned Bouhachem Natural Park and the Talassemrane National Park, both rich in suitable habitats and mostly protected by the Moroccan government.

Three species of amphibians present in RLC are threatened according to the IUCN categories, namely *Salamandra algira*, *Pleurodeles waltl* and *Alytes maurus* (Cox et al. 2006; Pleguezuelos et al. 2010; Tab. 1). The remaining species are included in the category Least Concern (LC).

The alteration and destruction of natural habitats are the main causes of population declines and depletion of some species. The increase of the rural population (from 97350 inhabitants in 1994 to 129261 in 2010; Inypsa 1998) resulted in an increment of the cultivated area at the expense of natural vegetation. The Rif region suffered from rampant deforestation. This trend was initiated by settlers, and it has continued after the independence; during the last two decades of the XX century, over 40% of the plant area has disappeared with an annual average of 2000 ha burned (Tairi 1997). Fire, usually caused by humans, produces the partial or total habitat loss for amphibians, and difficult the survival of species in areas devastated in the short term. The most affected populations are those of *Salamandra algira*, *Alytes maurus* and *Hyla meridionalis*.

Importantly, drying of water sources, overpumping, capture sources, and water pollution are emerging as major threats to the amphibians on the RLC. Road accidents are another major threat to amphibians. Mediani (2006) found that 88% of 103 terrestrial vertebrates (amphibians, reptiles and mammals) found dead on the road were amphibians (84.6% *A. mauritanicus*, and 15.4% *P. saharicus*; Tab. 2). Mosquitofish (*Gambusia holbrooki*), included in the IUCN list of the 100 most dangerous invasive alien species, has been introduced in Morocco by the Ministry of Public Health as a means to fight against malaria vector (Mahjour 2002 and Dahssi al. 2004). In the RLC, this fish probably represents one of the major threats to amphibians during larval life.

The article 8 of the ordinance 582-62 (appeared on November 3, 1962) emphasized the protection of all non-venomous reptiles in Morocco, thus excluding amphibians. Recently, a new ordinance appeared in Morocco; it is the enforcement ordinance of the 29-05 law for protection of species of flora and wild fauna and regulating trade. This new ordinance included in Category IV, at least 6 species of amphibians, three of them present on the RLC, namely *Alytes maurus*, *Pleurodeles waltl* and *Salamandra algira*.

INTRODUCTION

Les amphibiens constituent à l'échelle mondiale une composante remarquable de la faune de vertébrés et englobent actuellement 7405 espèces reconnues (AmphibiaWeb 2015). Ils sont représentés dans pratiquement tous les habitats terrestres et d'eau douce, même dans les régions les plus froides et les plus sèches ou les îles océaniques les plus éloignées (Frost *et al.* 2006). Le nombre d'espèces d'amphibiens reconnues a énormément augmenté ces dernières années, environ 48,2% depuis 1985 (Frost 1985, 2004). Cette augmentation reflète l'effort de collecte dans des localités les plus éloignées et une augmentation significative des communautés scientifiques actives dans les pays ayant une grande diversité biologique. Malheureusement, l'augmentation rapide de la connaissance de la diversité en espèces d'amphibiens coïncide avec un déclin massif et global des populations (Alford & Richards 1999, Houlahan *et al.* 2000, Young *et al.* 2001, Stuart *et al.* 2004, Wake *et al.* 2008) en raison de plusieurs facteurs, y compris la dégradation, la perte et la fragmentation de leur habitat sous l'action anthropique (Halliday 2005, Araujo *et al.* 2006, Cushman 2006, Hof *et al.* 2011) mais probablement aussi en raison des changements climatiques globaux (Donnelly & Crump 1998, Blaustein & Kiesecker 2002, Heyer 2003, Licht 2003) et d'autres causes telles que les maladies infectieuses émergentes (Collins & Storer 2003, Kilpatrick *et al.* 2010, Olson *et al.* 2013).

Le bassin méditerranéen est connu comme étant l'une des régions les plus diversifiées du monde (Myers *et al.* 2000, Mittermeier *et al.* 2004). Cette diversité est plus relative chez les amphibiens en raison du climat méditerranéen aride ; néanmoins, 64% des espèces sont endémiques (Cox *et al.* 2006). Pour cette même raison, la rive africaine héberge un faible nombre d'espèces d'amphibiens, le nord du Maroc étant probablement la zone la plus riche et diversifiée (Cox *et al.* 2006). Les changements climatiques associés aux autres menaces qui pèsent sur les amphibiens à l'échelle globale peuvent représenter un facteur de menace très important pour les organismes dépendant de l'eau. Il est, donc, essentiel de connaître la répartition des communautés d'amphibiens et les menaces qui pèsent sur celles-ci, et plus particulièrement au sein des aires protégées d'Afrique du Nord.

Le bassin versant d'Oued Laou (ci-après, BV-Laou) (35°01.03'-35°29.40'N / 05°04.45'-005°25.81'W, nord-ouest du Maroc ; Fig. 1) possède un grand intérêt à différents niveaux : biogéographique, paysager et de biodiversité. Il se caractérise par une diversité biologique exceptionnelle aussi bien floristique que faunistique. Son herpétofaune est composée de 33 espèces (Fahd & Mediani 2007), ce qui en fait l'une des régions les plus riches et diversifiées de tout le Maroc. Neuf espèces d'amphibiens y ont été observées, ce qui représente plus de 64% de la faune batracienne du Maroc. Ce groupe d'animaux reste cependant, l'un des moins connus dans ce pays ; situation d'autant plus aggravée par le manque de législation marocaine spécifique pour sa conservation.

L'importante richesse en amphibiens de cette région ainsi que le manque accusé d'information à l'échelle globale du Maroc sont à l'origine de ce travail dont l'objectif

principal est l'amélioration de l'état des connaissances sur ce groupe dans la zone d'étude afin de contribuer à leur conservation.

Les objectifs spécifiques de ce travail sont 1) établir un inventaire actualisé des amphibiens du BV-Laou, 2) élaborer des cartes de distribution pour chacune des espèces présentes dans le BV-Laou, 3) identifier les menaces qui pèsent sur les espèces et leurs habitats, 4) comparer l'état de conservation des amphibiens dans le Parc National de Talassemtane et en dehors de celui-ci, et 5) proposer des mesures de conservation pour la protection des amphibiens dans le BV-Laou.

MATERIEL ET METHODES

Aire d'étude

Le BV-Laou se localise dans la partie occidentale de la chaîne rifaine dans les Provinces de Tétouan et Chefchaouen, au nord-ouest du Maroc. Il est délimité par les pics du Jbel Kelti (1928 m) à l'ouest, Soukna (1800 m) et Tissouka (2122 m) au sud-est, Tazoute (1800 m) au nord-est et la mer Méditerranée au nord (Fig. 1). Il s'agit d'un petit bassin dont la superficie n'excède pas 930 km² (largeur maximale de 28 km, Est-Ouest, et 47 km de longueur, Nord-Sud) et dont le cours d'eau principal, l'Oued Laou, a une longueur de 70 km.

A l'exception de la plaine côtière, il s'agit d'une zone à relief très accidenté avec de fortes pentes et des dénivellements importants. Sa principale caractéristique réside dans le fait qu'il s'agit d'un bassin excédentaire en ressources hydriques. Ainsi, il y a une exploitation des eaux superficielles dans la production hydroélectrique et l'irrigation, les eaux souterraines sont utilisées pour les usages courants de la population et l'irrigation de petits périmètres en montagne.

En dépit de son extension relativement faible, la zone d'étude possède deux types de climats bien différents. Les reliefs ont un climat de montagne méditerranéen avec des précipitations hivernales élevées (800 et 1400 mm), souvent sous forme de neige et un été sec et assez chaud (29-33,8°C). La frange côtière se caractérise par une humidité relative assez forte mais des précipitations moins élevées (200-473 mm) que sur les reliefs, avec des températures chaudes (28-29°C). Une forte influence de la Méditerranée atténue l'amplitude thermique sur le littoral et au fur et à mesure que l'on s'éloigne, cette influence diminue et une continentalité de plus en plus marquée se fait noter vers l'intérieur.

Le principal cours d'eau dans ce bassin est l'Oued Laou qui prend naissance dans le Jbel Tissouka à 1600 m d'altitude et qui parcourt une distance de 70 km jusqu'à déboucher dans la Méditerranée. La majorité des affluents qu'il reçoit sont de faible débit ; les plus importants sont les oueds Tassikesté, Farda, Kalâa, Essarem, Talambote, Moulay Bouchta, Ouara et Maggo.

La couverture végétale, de type méditerranéen, est très diversifiée et prend des formes différentes globalement réparties, en forêts, matorrals, jachères et cultures. La dynamique de la dégradation des formations végétales engendre souvent des paysages composites avec des mosaïques où plusieurs de ces éléments se trouvent imbriqués.

Du point de vue de l'étagement de la végétation, parmi les cinq étages de végétation, présents au Maroc, quatre sont représentés dans le BV-Laou : le thermoméditerranéen, le mésoméditerranéen, le supraméditerranéen et le montagnard-méditerranéen.

Les essences forestières principales sont le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*), le Chêne liège (*Quercus suber*), le Pin maritime (*Pinus pinaster*) et le Pin d'Alep (*P.*

halepensis). Au niveau des zones incluses dans le Parc de Talassemtane, quatre espèces forestières de grande valeur patrimoniale, se partagent l'espace, en peuplements purs ou en mélange : le Sapin (*Abies maroccana*), le Cèdre (*Cedrus atlantica*), le Chêne vert (*Q. rotundifolia*) et le Pin maritime (*Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii*). Deux autres espèces forestières jouent un rôle secondaire : le Chêne zène (*Quercus faginea*) et le Pin noir (*Pinus nigra*).

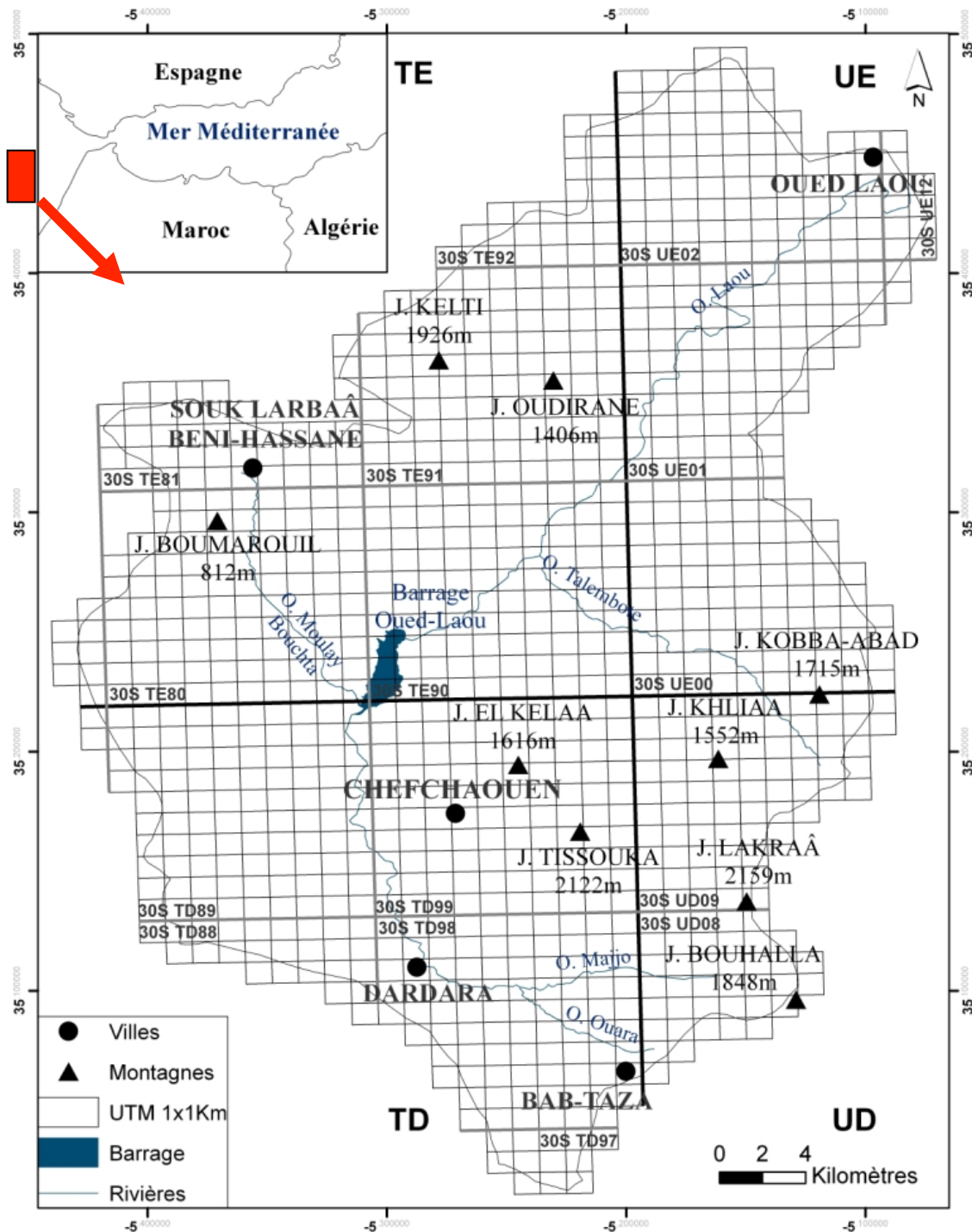


Figure 1. Localisation géographique de l'aire d'étude
Figure 1. Location of the study area.

Méthodologie et sélection des points d'échantillonnage

Durant la période allant de 1990 à 2010, environ 60 visites ont été réalisées dans la zone d'étude. Toutes les citations de localités de la région existant dans la bibliographie, ont été utilisées pour la présente étude.

Chez la plupart des espèces d'amphibiens marocains, les adultes se rassemblent pour se reproduire dans des sites aquatiques. La forte densité des animaux, peu discrète pendant la période de reproduction, facilite le travail d'inventaire, alors qu'en milieu terrestre, leur grande discrétion, le caractère irrégulier de leur activité et la faible densité des populations rendent l'échantillonnage plus difficile. Tous les sites potentiels de reproduction de la zone étudiée ont, donc, été préalablement localisés sur la carte. Cela nous a permis de sélectionner les sites qui seraient effectivement visités.

Les sites de reproduction chez les amphibiens peuvent intéresser aussi bien les adultes que les larves et même les pontes. Les larves sont présentes sur les sites pendant de plus longues périodes que les adultes (Lips 1999, McDiarmid & Altig 1999), et sont d'observation plus aisée chez certaines espèces (*Salamandra algira*, *Pleurodeles waltl*, et *Discoglossus scovazzi*). La présence des larves est un paramètre important, car la présence d'adultes en période nuptiale sur un site favorable n'implique pas toujours une reproduction effective.

Le BV-Laou a été délimité sur la carte de Chefchaouen 1/100000, après digitalisation avec le logiciel ArcGis 10.0 (ESRI, Redlands, California, USA). Ensuite, toutes les espèces d'amphibiens rencontrées ont été reportées sur des cartes UTM (Universal Transverse Mercator) 1x1 km, confectionnées préalablement. Les lieux de présences des espèces ont été présentés en 1x1 km MGRS (Military Grid Reference System), à l'exception des deux espèces les plus abondantes dans l'aire d'étude (*Pelophylax saharicus* et *Amietophrynus mauritanicus*).

Le choix taxinomique a été adopté compte tenu des nouveaux travaux sur la systématique repris dans Beukema *et al.* (2013) pour toutes les espèces à l'exception de *Bufo spinosus* (Recuero *et al.* 2012, Arntzen *et al.* 2013)

RESULTATS

Réparties sur une superficie de 930 km², 9 espèces d'amphibiens ont été détectées dans le BV-Laou (Tab. 1). Elles présentent des abondances et des intervalles de répartition très variables. Les caractères les plus importants de chaque espèce, des commentaires sur la distribution, les habitats, les menaces les plus importantes et la taxinomie sont détaillés dans cette étude.

Salamandra algira Bedriaga, 1883, Salamandre algire, Salamandre nord-africaine, (Présence dans 22 carrés, Fig. 2A)

La Salamandre nord-africaine (*Salamandra algira*) est considérée comme une espèce relictive confinée aux zones méditerranéennes humides du Maroc et de l'Algérie (Schleich *et al.* 1996, Donaire-Barroso & Bogaerts 2003). Au Maroc, elle est connue dans le Rif, le Moyen Atlas et les Béni Snassen dans l'Oriental (Melhaoui & Chavanon 1989, Bons & Geniez 1996, Escoriza *et al.* 2006). Elle atteint sa

limite de répartition la plus méridionale dans le Jbel Bou Iblane (Geniez & Soto 1994, Bogaerts *et al.* 2007).

Sa répartition dans le BV-Laou coïncide avec les zones les plus humides et les mieux conservées, Jbel Kelti et Bouhachem. C'est cependant au sud-est du BV-Laou, où elle se répartit de manière continue et homogène, qu'elle est bien représentée (Fig. 2A). Confirmant son caractère d'amphibien hygrophile et montagnoux, l'espèce fréquente dans cette région une large variété d'habitats humides, forestiers et matorrals de dégradation (*Abies maroccana*, *Quercus rotundifolia*, *Q. suber*, *Pinus maritimus*, etc.) dans les régions de Kelti, (TE 9215, TE 9417), Tissouka et Mechkrella (TD 9889, TD 9891, UD 0092), et matorral à *Pteridium aquilinum*, *Erica sp.*, *Juniperus phoenicea*, dans les régions de Tissemlal (TD 9795, TD 9795), Bouhachem (TE 8002), Bab Taza (UD 0084, TD 9881), Afezca (UD 0194), Jbel Lakraâ (UD 0392, UD 0391) et Taria (UD 0394).

L'espèce et ses habitats, dans le BV-Laou, sont en général, assez bien conservés. Certaines pratiques, telles que l'utilisation abusive de fertilisants pour les cultures de cannabis, la contamination des points d'eau où elle se reproduit et le défrichement par incendies, peuvent cependant nuire à sa survie dans cette partie du pays.

Martínez-Medina (2002) constate des différences entre les sous-populations de Ceuta, Jbel Moussa et Tleta Taghremt, corroborant Steinfartz *et al.* (2000) qui ont trouvé que celles-ci présentaient des différences génétiques et physiologiques avec le reste des populations marocaines et algériennes. Ces sous-populations ont par la suite été décrites comme sous-espèce, *S. a. tingitana* (Donaire-Barroso & Bogaerts 2003) dont la répartition est limitée par l'Oued Laou. Au sud de cette vallée et au Moyen Atlas, une lignée distincte est représentée : *S. a. splendens* (Beukema *et al.* 2013). La population des Béni Snassen au Maroc Oriental serait génétiquement, bien différenciée de toutes les autres populations marocaines et même des spécimens-types d'Annaba, au nord-est de l'Algérie (Carranza com. pers. in Bogaerts *et al.* 2007). Elle vient d'être décrite comme nouvelle sous-espèce, *S. a. spelaea* (Escoriza & Del Mar Comas 2007). Selon la littérature, deux sous-espèces se répartiraient l'espace dans notre aire d'étude, *S. a. tingitana* (au nord du cours d'eau Laou) et *S. a. splendens* (sud du cours d'eau Laou). Les populations de *S. a. tingitana* localisées dans le BV-Laou (Jbel Kelti et Bouhachem,) seraient apparemment toutes ovovivipares, néanmoins, elles n'ont pas été étudiées génétiquement (Velo Anton *et al.* 2014).

Pleurodeles waltl Michaelles 1830, Pleurodèle de Waltl, (présence dans 3 carrés, Fig. 2B).

Cet endémique Ibéro-marocain peuple le centre et le sud de la péninsule Ibérique et le nord-ouest du Maroc. Citée au sud du Maroc à Safi et à l'île d'Essaouira au début du XXème siècle (Carpentier 1937), l'espèce n'a pu être retrouvée dans cette région qu'en 2008 par Harris *et al.* Ceci laisse supposer qu'elle serait très rare de cette zone du pays.

Dans le BV-Laou, elle montre une répartition très ponctuelle. D'anciennes citations, la localisent aux alentours de Chefchaouen - Pont Fomento (avril 1986, J.A. Mateo com. pers.) et à Jbala dans le Jbel Kelti (Galán 1931). Lors de la présente étude, elle n'a été observée qu'en une seule

localité à Dardara (TD 9189) (Fig. 2B), dans une zone humide entourée de parcelles cultivées de céréales et d'oliviers, à proximité d'une subéraie. Cette daya présente une superficie de près de 0,65 ha, des profondeurs variant entre 30 cm et 1,5 m, et est envahie de végétation aquatique à renoncules.

Malgré les nombreuses prospections réalisées durant les deux dernières décades, dans le BV-Laou, l'espèce n'a été retrouvée qu'en une seule localité ce qui laisse supposer qu'elle doit être très rare dans cette zone. La daya l'hébergeant, est parfois complètement mise à sec, l'eau étant utilisée pour l'irrigation, privant ainsi *P. waltl* de son habitat aquatique. Les populations marocaines de *P. waltl* sont aujourd'hui très fragmentées (Beja *et al.* 2009).

Il s'agit d'une espèce monotypique (Pasteur 1958).

Alytes maurus Pasteur & Bons 1962, Crapaud accoucheur marocain, ضفدع (présence dans 33 carrés, Fig. 2C).

Cet endémique marocain possède une aire de répartition restreinte à quelques localités dans la péninsule tingitane, le Rif, (Fahd & Pleguezuelos don. inéd., Bons & Geniez 1996), le Moyen Atlas (Libis 1985, Donaire-Barroso *et al.* 2006) et le Jbel Tazekka (Mellado & Mateo 1992). C'est, cependant, dans le Rif qu'a été détecté le maximum de localités avec les concentrations les plus importantes.

Dans le BV-Laou, *A. maurus* est ponctuellement présent dans le Kelti (TE 9317, TE 9217, TE 9317), Akchour (UE 0001, UE 0101), Bab Taza (UD 0183), Imizzar (UD 0295), Mechkralla (TD 9691), Oued Ouara (TD 9784, TD 9785), Oued Majjo (TD 9684), Talambot (UD 0799, UE 0104), Tissouka (TD 9591, TD 9889, TD 9990) et Tamrabete (UD 0695). Le plus gros de sa répartition se trouve concentré à l'Est du cours d'Oued Laou, dans la région de Talambot, et au nord de Bab Taza, dans le Jbel Tissouka, Jbel Lakraâ, Est de Jbel Khilaâ et Ouesteyine (Fig. 2C). L'espèce a été observée près d'affleurements rocheux, de cours d'eau ou de gueltas dans des subéraies et leur matorral de dégradation à Kelti, Mechkralla, et à Bab Taza. Les larves fréquentent les dayas en altitude, les cours d'eau à débit faible voire très faible, à eau claire et avec une végétation abondante sur les berges. Les larves d'*A. maurus* n'ont jamais été observées dans les cours d'eau à végétations flottantes (Mediani 2006).

Les populations du BV-Laou, et celles du Rif en général, ont probablement subi de fortes baisses de leurs effectifs à cause de l'activité humaine (Fahd & Pleguezuelos obs. pers., Mateo *et al.* 2003). Le genre est vulnérable étant donné son mode de reproduction, les œufs étant portés par le mâle, sensible aux maladies provoquées particulièrement par le Champignon chytride (*Batrachochytrium dendrobatidis*) (Olson *et al.* 2013). Dans l'ensemble du Maroc, l'aire de répartition de l'espèce (une quarantaine de localités) est très restreinte (Beukema *et al.* 2013), occupant moins de 5000 km² (Donaire-Barroso *et al.* 2009).

Considérée auparavant comme sous-espèce d'*Alytes obstetricans*, elle a été par la suite élevée au rang d'espèce (Donaire-Barroso & Bogaerts 2003, Martínez-Solano *et al.* 2004, Fromhage *et al.* 2004). L'espèce est actuellement considérée comme monotypique.

Discoglossus scovazzi Camerano 1878, Discoglosse peint du Maroc, ضفدع (présence dans 37 carrés, Fig. 2D).

Son aire de répartition couvre l'ensemble du domaine méditerranéen à l'exception de l'Anti Atlas (Bons & Geniez 1996).

Dans le BV-Laou, l'espèce quoique assez commune, n'est pas aussi abondante que d'autres amphibiens tels que *Pelophylax saharicus* ou *Amietophrynus mauritanicus*. Elle a été localisée à Chaouen (TD8985, TD8990, TD9192, TD9391), Pont Ikadjouène (TD9682), Maounzil-Talassemtane (UD0284), Afertane (UE0314), Ain Tissemlane (TD9696), Akchour (UE0001, UE0100, UE0201), Bab Taza (UD0183, UD0286, UD0287), Béni Hessane (TE8212, TE8412), Ibroudane (UE0417), Imizar (UD0196), Talembote (UE0504, UE0008), Tarhbaloute (TE8004) et Bouhachem (TE8001) (Fig. 2D). Elle vit toujours au voisinage de l'eau qui peut être saumâtre ou douce. Elle fréquente des points d'eau tels que, dayas, ruisseaux, canaux d'irrigation, bassin d'eau, situés dans différents types d'habitats : subéraie de Bou Slimane, matorral à *Quercus rotundifolia* et oxcèdre entre Tissemlal et Afezca, matorral à *Tetraclinis articulata* à Amarhouss. L'espèce a, aussi, été localisée dans des points d'eau situés dans des parcelles cultivées d'arbres fruitiers, céréales ou cannabis à Tamalout et Ikadjouène. A Bouhachem, elle fréquente aussi les nombreux cours d'eau au sein de la tauzaie à *Q. canariensis*. Elle a été, également, observée dans des matorrals à *Q. rotundifolia* et de *T. articulata*, mais elle reste toujours près des points d'eau essentiellement temporaires. Les larves qui ont été trouvées à Chefchaouen sur une petite réserve d'eau temporaire, sont considérées comme les seules rencontrées dans la zone d'étude (Mediani 2006).

Le Discoglosse est assez bien conservé dans le BV-Laou. Cependant, sa présence dans des habitats fréquentés par l'homme et son pâturage le rend vulnérable.

Il a été élevé au rang spécifique après avoir été considéré pendant longtemps comme sous-espèce de *D. pictus* (García-París & Jockusch 1999, Fromhage *et al.* 2004, Martínez-Solano 2004, Zangari *et al.* 2006).

Amietophrynus mauritanicus (Schlegel, 1841), Crapaud de Maurétanie, ضفدع (présence dans 68 carrés, Fig. 2E).

Ce crapaud est connu au Maghreb : Maroc, Algérie et Tunisie ; il est également présent dans le massif du Hoggar, en Mauritanie et au sud du Sahara au Mali et au Burkina Faso (Guibé 1950, Le Berre 1989, Schleich *et al.* 1996). Une population introduite, était connue à « los Barrios » dans la Sierra d'Algésiras dans la péninsule ibérique (Mateo *et al.* 2003). Au Maroc, l'espèce est largement répandue ; elle devient moins abondante dans les régions à ambiances bioclimatiques arides et sahariennes dans le Maroc oriental et au sud (Bons & Geniez 1996, Brito 2003, Fahd *et al.* 2007, Harris *et al.* 2008, Harris *et al.* 2010, Stoetzel *et al.* 2010, Barnstein *et al.* 2010, Barata *et al.* 2011) où *Bufoles boulengeri* et *Barbarophryne brongersmai* sont les crapauds les plus communs (Bons & Geniez 1996, Fahd 2006a, 2005c).

Le Crapaud de Maurétanie peuple l'ensemble du BV-Laou, où il montre une répartition presque continue (Fig. 2E). A cette large répartition géographique correspond une ample variété d'habitats. Il a été localisé dans des forêts (*Quercus rotundifolia*, *Q. suber*, *Tetraclinis articulata*) à

proximité de cours d'eau naturels et artificiels (canaux d'irrigation, sources captées, abreuvoirs, bassins d'eau). Il abonde, également, dans des habitats anthropisés au niveau de la plaine d'Oued Laou : parcelles cultivées d'arbres fruitiers, de cannabis, de céréales, maraîchères avec parfois restes de végétation naturelle. *A. mauritanicus* et *P. saharicus* sont, par ailleurs, les deux espèces d'amphibiens les plus abondantes dans ce type d'habitats. Il atteint 1500 m dans la région de Tissemlal dans une pinède naturelle (*Pinus nigra*).

Dans la zone d'étude, l'espèce est représentée par un grand nombre de populations ayant des effectifs assez importants (Mediani & Fahd don. ind.). Il pourrait, pour cette raison, être considéré comme ne craignant pas beaucoup l'activité anthropique. Les accidents de route sont, cependant, un véritable fléau et l'une des causes de mortalité les plus importantes chez ce crapaud.

Auparavant, connu sous le nom de *Bufo mauritanicus*, ce crapaud est actuellement attribué au genre *Amietophrynus* (Frost *et al.* 2006, Van Bocxlaer *et al.* 2010, Pyron & Wiens 2011).

Bufo spinosus (Daudin, 1803), Crapaud commun, ضفدع (présence dans 19 carrés, Fig. 2F).

L'aire de répartition de ce crapaud comporte l'ouest de la France, la péninsule ibérique, le Maroc et la Tunisie (Arntzen *et al.* 2013). Au Maroc, il est présent dans le Rif, le Moyen et Haut Atlas, certaines localités de la côte atlantique (Asilah et Larache) et les montagnes des Béni Snassen (Pellegrin 1912, Joleaud 1934, Mellado & Mateo 1992, Bons & Geniez 1996, Fahd 2003).

Dans le BV-Laou, il se répartit de manière ponctuelle dans la partie sud-est où il a été localisé à Mechkrala (TD 9691, TD 9790), Bab Taza (TD 9881), Majjo (TD 9887), Jbel Kelti (TE 9217, TE 9317, Ibouharene (UE 0114), Imizzar (UD 0295), Jbel Lakraâ (UD 0290, UD 0493), Talembote (UE 0104, UE 0403), Tamrabet (TE 9908), Taria (UD 0394) et à Tissouka (UE 0403) (Fig. 2F). L'espèce semble être étroitement liée à la présence de formations arborées et arbustives et a été observée dans les forêts et matorrals à *Quercus suber* et *Q. rotundifolia* de Bou Slimane, surtout durant la nuit. Elle est, aussi, fréquente dans la sapinière de Jbel Lakraâ, où elle peut être observée en dessous de pierres ou de troncs morts, généralement près de points d'eau.

Ce crapaud est loin d'être commun au Maroc, à l'exception de certaines régions comme Tamga (sud d'Ouaouizarte) où il est très abondant (Fahd, 2006b). En raison de sa rareté dans le BV-Laou, il peut être considéré comme une espèce assez menacée principalement à cause de l'activité humaine, en particulier par la contamination des points d'eau et la déforestation.

Auparavant considéré comme une sous-espèce de *Bufo bufo*, *B. b. spinosus* (Pasteur & Bons 1959, Bons 1967, Schleich *et al.* 1996), ce crapaud a récemment été élevé au niveau d'espèce (Recuero *et al.* 2012, Arntzen *et al.* 2013).

Bufoes boulengeri (Lataste, 1879), Crapaud vert, ضفدع (présence dans 3 carrés, Fig. 2G)

Ce crapaud se caractérise par une répartition s'étendant du Maroc vers l'Égypte et peut-être aussi dans le proche

Orient. Il est assez bien répandu au Maroc, où il atteint au sud la région de Dakhla (Bons & Geniez 1996). C'est l'amphibien le plus abondant dans les régions désertiques où il profite du moindre point d'eau pour survivre (Fahd 2006a). Dans le massif rifain, l'espèce peut être considérée comme étant rarissime.

Dans le BV-Laou, elle a été localisée au Jbel Khizana, à Bab Taza et Akane dans la région de Talambot (Fig. 2G). Elle a été observée dans des forêts à *Quercus suber* et *Q. rotundifolia* à Khizana et Bab Taza, et dans une parcelle cultivée de cannabis et d'arbres fruitiers près d'une source captée à Akane.

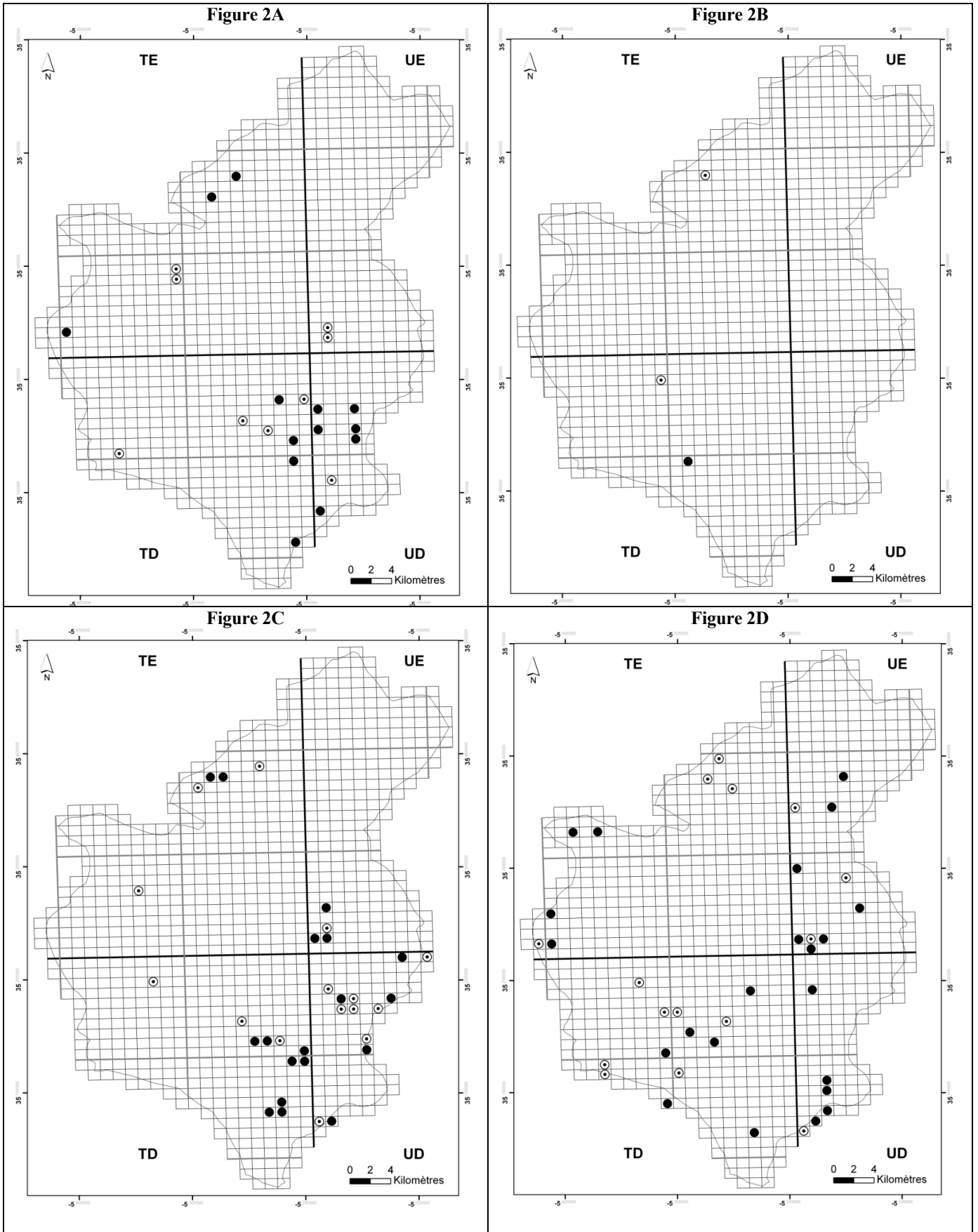
Assez abondante dans l'ensemble du Maroc, l'espèce se fait rare dans le BV-Laou. Cette rareté, ajoutée au faible nombre d'individus qui constitue ses populations, en font une espèce vulnérable. Par ailleurs, les dernières observations de l'espèce dans le BV-Laou remontent à près d'une dizaine d'années, ce n'est qu'à partir du sud de Dardara qu'elle devient de plus en plus abondante sur l'Oued Zendoula. Ses habitats aquatiques sont largement menacés par la pollution et l'assèchement au profit des cultures pratiquées dans le BV-Laou.

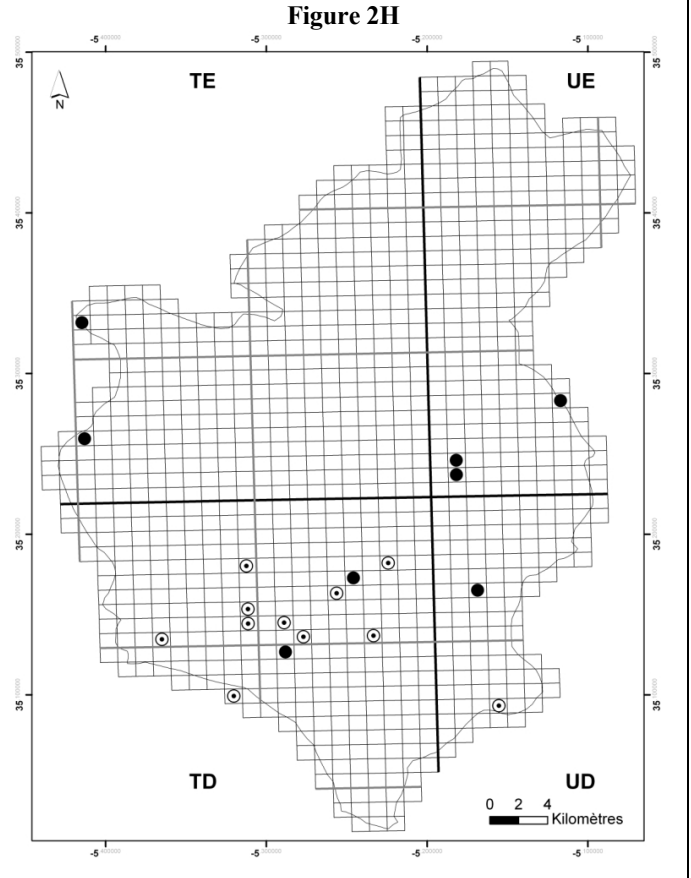
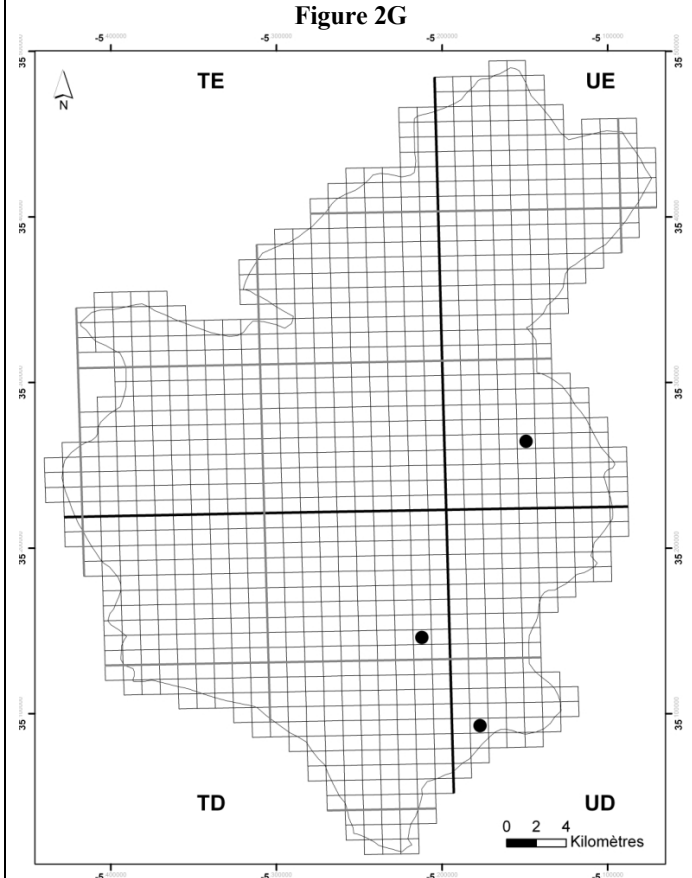
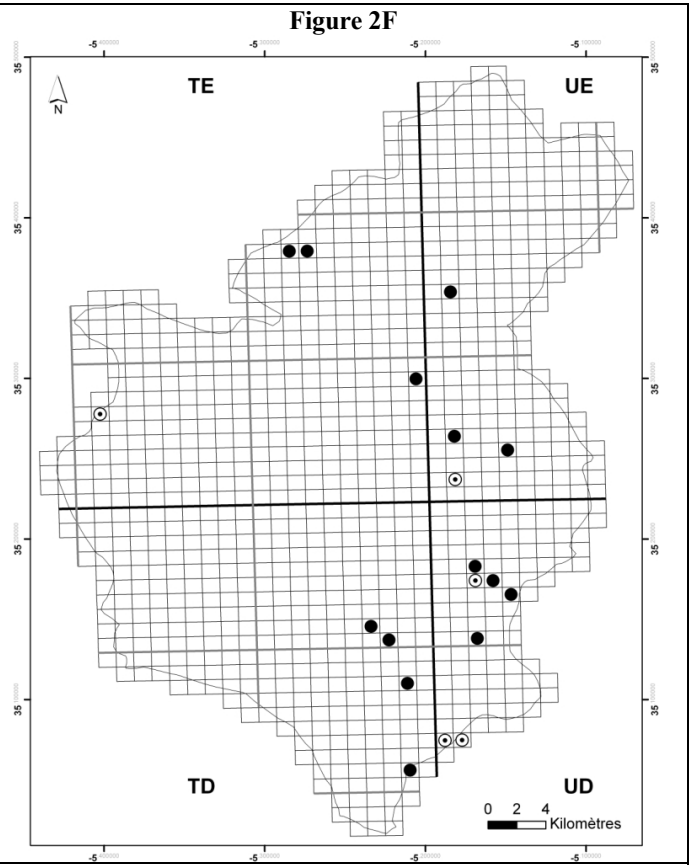
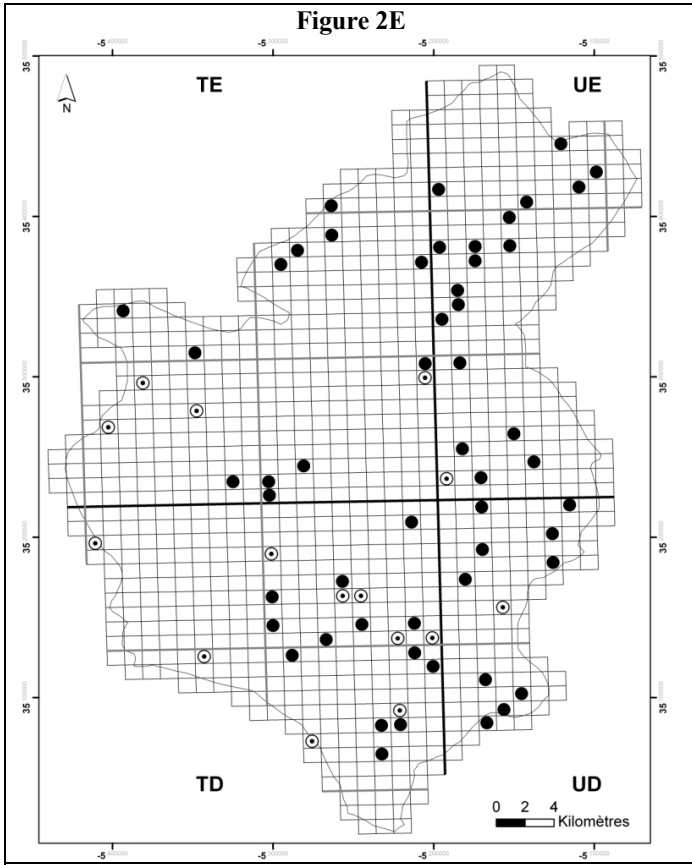
Le Crapaud vert de l'Afrique du nord est aujourd'hui attribué à l'espèce *Bufoes boulengeri* (Stöck *et al.* 2006, Beukema *et al.* 2013).

Hyla meridionalis Boettger, 1874, Rainette méridionale, جرانة (présence dans 19 carrés, Fig. 2H).

La distribution globale de la Rainette méridionale comprend 3 zones séparées : la Ligurie (Italie), le sud-est de la France et le nord-est de l'Espagne, d'une part ; la partie sud occidentale de la péninsule ibérique, d'autre part, et finalement le Maghreb méditerranéen (Engelmann *et al.* 1986). Au Maroc, l'espèce est présente dans les zones humides littorales et dans les points d'eau que recèlent toutes les montagnes. Elle atteint au sud l'Anti-Atlas (Bons & Geniez 1996), et de nouvelles observations la situent près de Sidi Ifni, localité qui constitue sa limite la plus septentrionale (Donaire-Barroso *et al.* 2004, Barnestein *et al.* 2010).

Dans le BV-Laou, elle présente une répartition assez ponctuelle qui englobe surtout les zones arborées et encore assez bien conservées telles que Amelay et Ain Rami (TD 9189), Chaouen (TD 9594), Akchour (UE 0102, UE 0101), Azeb Ben Salah (UD 0293), Jbel Tazoute nord-est de Akane (UE 0706) et à Tamaloute (TE 8004) (Fig. 2H). Elle est absente dans la plaine du Laou et le long des oueds Laou et Talambot, à reliefs accidentés et où la plupart des forêts ont été défrichées et ont laissé place, soit à des formations très dégradées, soit à des zones cultivées d'arbres fruitiers et de cannabis. Elle a, auparavant, été citée dans la région de Chefchaouen (Bons 1967) et près de Bab Taza (Pruja 1959). Dans la région de Chefchaouen, elle abonde dans les dayas permanentes situées dans la subéraie (*Quercus suber*). A Béni Hessane et à Bouhachem, elle fréquente des cours d'eau situés dans des pinèdes à *Pinus maritimus*. La rainette méridionale est l'un des amphibiens les plus sensibles à la contamination de l'eau, sa présence étant liée à celle de points d'eau au sein de formations arbustives. Les incendies, la pollution de l'eau et le dessèchement des points d'eau, sont les principales menaces qui pèsent sur elle.





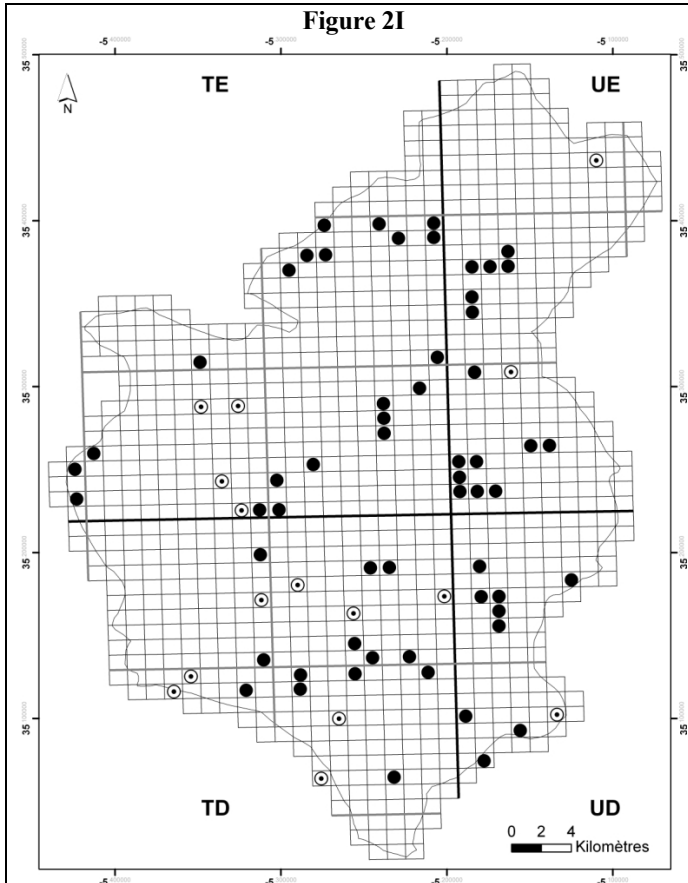


Figure 2. Distribution géographique des amphibiens dans le BV-Laou par carrés de 1x1 km: *Salamandra algira* (A), *Pleurodeles waltl* (B), *Alytes maurus* (C), *Discoglossus scovazzi* (D), *Amietophrynus mauritanicus* (E), *Bufo spinosus* (F), *Bufoles boulengeri* (G), *Hyla meridionalis* (H) et *Pelophylax saharicus* (I). Les cercles pleins noirs correspondent aux données de cette étude ; les cercles vides aux données de la littérature.

Figure 2. Distribution records of the amphibians in the Laou River catchment (UTM square 1x1 km): *Salamandra algira* (A), *Pleurodeles waltl* (B), *Alytes maurus* (C), *Discoglossus scovazzi* (D), *Amietophrynus mauritanicus* (E), *Bufo spinosus* (F), *Bufoles boulengeri* (G), *Hyla meridionalis* (H) et *Pelophylax saharicus* (I). Dark spots indicate new unpublished records, and open spots are records derived from literature.

Hyla meridionalis est une espèce monotypique. Au Maroc, une forme particulière présentant un pattern différent avait déjà été suspectée dans le Jbel Tazekka (Aellen 1951), dans l'Anti Atlas (Bons & Geniez 1996) et plus récemment, au Jbel Siroua (Harris *et al.* 2008). En 2007, Recuero *et al.*, se basant sur des analyses d'ADN mitochondrial, suggèrent que la rainette méridionale serait d'ascendance africaine, avec des populations européennes provenant d'une arrivée relativement récente (soit par le biais de la colonisation naturelle ou l'introduction anthropique). Néanmoins, le statut intraspécifique de l'espèce au sein de son aire de répartition reste à clarifier par de futures recherches (Stöck *et al.* 2008, Stöck *et al.* 2012).

Pelophylax saharicus (Boulenger, 1913), Grenouille verte nord-africaine, جرانة (présence dans 73 carrés, Fig. 2I.)

Sa répartition nord-africaine englobe le Maroc, le nord de l'Algérie, la Tunisie, la région Tripolitaine et la Cyrénaïque (Schleich *et al.* 1996). Elle se retrouve, également, dans certains massifs montagneux sahariens tel que le Hoggar, et dans des oasis (Biskra, Ain Salah, Vallée du Ghir, etc. ; Mateo *et al.* 2003). Au Maroc, l'espèce est largement répartie.

Dans le BV-Laou où elle se répartit de manière continue et quasi homogène, elle a été localisée dans la plupart des points d'eau qui ont été prospectés (Fig. 2I). Elle fréquente un large éventail d'habitats : forêts (subénaies, chênaies vertes, tauzaies, zénaies, pinèdes) et matorral de dégradation, ripisylves, parcelles cultivées. L'espèce étant surtout aquatique, c'est la présence d'un point d'eau, stagnant ou

courant, dans ces habitats qui conditionne sa présence. Elle fréquente, aussi bien, des points d'eau naturels tels que gueltas, dayas et oueds, qu'artificiels tels que abreuvoirs, bassins ou canaux d'irrigation et sources captées.

Malgré son abondance, l'espèce est étroitement liée aux habitats aquatiques et, reste très sensible à la pollution et contamination de l'eau. Elle est menacée surtout par l'utilisation excessive de fertilisants pour la culture du cannabis pratiquée dans le BV-Laou.

Anciennement connue sous le nom de *Rana saharica*, elle a été par la suite rattachée au genre *Pelophylax* (Frost *et al.* 2006).

DISCUSSION

Le BV-Laou constitue une région à haut niveau biogéographique, paysager et de biodiversité. Concernant la climatologie, cette zone présente là encore une grande particularité car elle comprend les zones les plus humides de toute l'Afrique du Nord. Ces singularités climatologiques se traduisent par la présence d'une grande diversité d'habitats, parmi lesquels des forêts et matorrals de dégradation de *Quercus suber*, *Q. rotundifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Abies maroccana*, *Cedrus atlantica*, des dunes côtières et des ripisylves bien développées. Le BV-Laou comporte en plus un cours d'eau important, l'Oued Laou et ses affluents, ce qui en fait une zone riche en habitats aquatiques (sources et dayas) favorables à la présence d'amphibiens. Il s'agit, en effet, d'une des régions les plus riches et diversifiées en amphibiens (9 espèces) et ce, sur une superficie qui n'excède

pas les 930 km². La plupart des régions du Maroc présentent entre 1 à 6 espèces (Bons & Geniez 1996, IUCN 2004). Le BV-Laou présente également un taux élevé d'endémisme marocain supérieur à 22%.

Située sur le littoral méditerranéen, la plaine du Laou (Fig. 1) est la zone la plus pauvre en espèces avec uniquement 2 espèces observées (*P. saharicus* et *A. mauritanicus*). Il s'agit d'une région où la pluviométrie est faible (200-600 mm) en comparaison avec les autres parties du bassin. Les habitats naturels y ont complètement disparu, remplacés par des parcelles cultivées. La plaine se situe près du village d'Oued Laou qui connaît une forte pression touristique en été, fait qui contribue à l'augmentation des menaces qui pèsent sur les amphibiens (Alford & Richards 1999 Semlitsch 2000).

Situé au nord-ouest du BV, Jbel Kelti est une zone très diversifiée qui compte 6 espèces (*S. algira*, *A. maurus*, *D. scovazzi*, *B. spinosus*, *A. mauritanicus* et *P. saharicus*). Cette richesse s'explique par la présence d'un couvert végétal important qui constitue un excellent refuge pour les amphibiens, un grand nombre de cours d'eau et un climat humide accompagné de fortes précipitations.

La portion située au sud de Jbel Tazout, Jbel Kelaa et Dardara s'est avérée être la plus riche en amphibiens, avec 9 espèces et où une forte présence d'*Alytes maurus* peut être observée. Elle se caractérise par un couvert végétal bien conservé, très diversifié et riche en endémiques. Les associations végétales les mieux représentées sont : *Paeonio marocanae-Quercetum rotundifoliae* entre 1000 et 1800 m d'altitude, *Paeonio marocanae-Abietetum marocanae* entre 1400 et 1800 m, et *Berberido hispanicae-Cedretum atlanticae* entre 1750 et 2000 m (Benabid, 1984); toutes caractéristiques d'ambiances bioclimatiques humides et perhumides (800-2000 mm). La persistance de points d'eau durant l'été est la raison principale de la présence d'une batrachofaune importante dans cette zone.

Il s'avère que les régions les plus intéressantes pour les amphibiens sont Jbel Bouhachem, Jbel Kelti et la portion sud-est du BV (Fig. 3).

Ces régions sont incluses dans le Projet de Parc Naturel de Bouhachem et le Parc National de Talassemstane, riches en habitats favorables mais surtout protégés par le gouvernement marocain. Il s'agit de zones protégées en raison de la présence de formations forestières de grand intérêt (*Abies marocana*, *Pinus nigra* et *Cedrus atlantica* entre autres). Les amphibiens se trouvent, donc, protégés par effet parapluie en conséquence de la protection de leurs habitats.

Trois des espèces d'amphibiens présentes dans le BV-Laou sont menacées selon les catégories actuelles de l'IUCN : *Salamandra algira*, *Pleurodeles waltl* et *Alytes maurus* [Cox et al. 2006, Pleguezuelos et al. 2010 et (Tabl. 1)]. La Salamandre nord-africaine est considérée comme vulnérable (VU) car son aire de répartition est sévèrement fragmentée et n'atteint pas les 20.000 km². Elle est, en outre, menacée par le déclin continu de l'extension et de la qualité des habitats forestiers qu'elle occupe au Maroc et en Algérie.

Le Pleurodèle de Waltl est catalogué comme presque menacé (NT), étant donné que ses populations présentent des déclins dus à la perte des habitats favorables dans une grande

partie de son aire de distribution et ce, en plus de l'impact négatif de l'introduction d'espèces aquatiques invasives. Enfin, le Crapaud accoucheur marocain est catalogué en tant qu'espèce presque menacée (NT), étant donné sa répartition limitée à 30 localités séparées d'environ 5000 km² dans les zones les plus humides du Rif et du Moyen Atlas (Donaire-Barroso et al. 2009). Mateo et al. (2003) signalent une forte réduction des effectifs populationnels dans les zones soumises à une forte pression anthropique dans les montagnes rifaines. Le reste des espèces du BV-Laou sont incluses dans la catégorie préoccupation mineure (LC).

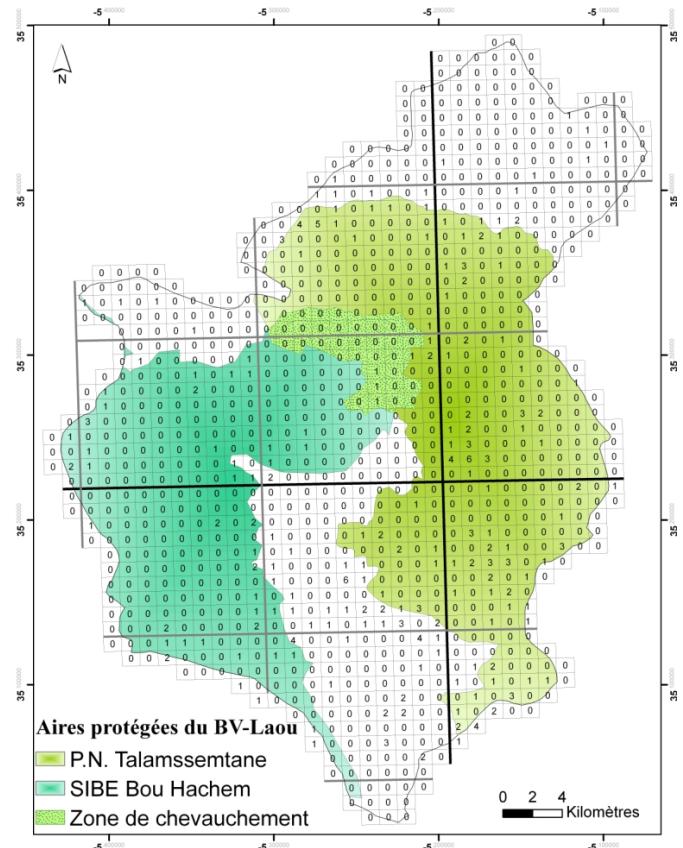


Figure 3. Richesse des espèces par carré UTM de 1x1 km dans le bassin versant d'Oued Laou et emplacement du Parc National de Talassemstane et du Parc Naturel de Bouhachem.

Figure 3. Species richness per UTM square 1x1 km in the Laou River catchment and location of the Talassemstane National Park and the planned Bouhachem Natural Park.

La cause du déclin des amphibiens dans le monde est probablement due à l'accumulation de divers facteurs naturels et induits par l'Homme, peut être non identifiés dans leur totalité jusqu'à présent. L'activité humaine ne fait qu'intensifier l'effet des facteurs naturels (Blaustein et al. 1994b), contribuant ainsi à l'augmentation du déclin et empêchant les populations naturelles de récupérer, fait qui entraîne des extinctions locales. Les facteurs connus ou suspectés de produire le déclin des amphibiens incluent la destruction et la perte des zones humides (Bury et al. 1980), la modification des habitats due surtout à l'agriculture et à la déforestation (Corn & Bury, 1989; Dodd 1991, Petranka et al. 1993), l'introduction de prédateurs non natifs comme la Gambusie (Hayes & Jennings 1986, Bradford 1989),

l'utilisation de grandes quantités de pesticides et herbicides (Hine *et al.* 1981), l'effet des pluies acides spécialement au nord-est de l'Amérique et en Europe (Freda 1986, Beebe *et al.* 1990, Dunson *et al.* 1992), la radiation UV croissante sur toute la planète (Blaustein *et al.* 1994a, Cockell 2001), ou encore les maladies résultants de la diminution fonctionnelle du système immunitaire (Bradford 1991, Carey 1993, Pounds & Crump 1994).

Dans la zone d'étude, l'altération et la destruction des habitats naturels sont les principales causes de raréfaction de certaines espèces et de la diminution des effectifs des populations. L'augmentation de la population rurale (97350 habitants en 1994, 129261 en 2010 ; Inypsa 1998) contribue

à augmenter la superficie cultivée au détriment de la végétation naturelle.

La région du Rif a souffert d'une déforestation galopante. L'exploitation initiée par les colons n'a pas cessé après l'indépendance et durant les deux dernières décades du XXème siècle, plus de 40% de la superficie végétale a disparu avec une moyenne annuelle de 2000 ha incendiés (Taiqui 1997). Les incendies, généralement provoqués, supposent pour certaines espèces d'amphibiens la perte partielle ou totale de leurs habitats et rendent difficile la survie des espèces dans les zones dévastées à court terme. Les populations les plus affectées sont celles de *Salamandra algira*, *Alytes maurus* et *Hyla meridionalis*.

Tableau 1. Etat de conservation des espèces d'amphibiens d'Oued Laou (Cox *et al.* 2006, IUCN 2008, Pleguezuelos *et al.* 2010). * Endémique, VU Vulnérable, NT Quasi Menacé, LC Préoccupation Mineure, A4cd (voir IUCN 2008). Inscrit : espèce inscrite dans la catégorie IV du décret d'application de la loi 29-05 relative à la protection des espèces de flore et de faune sauvages et au contrôle de leur commerce.

Table 1. Conservation status of the amphibians at the Laou River catchment (Cox *et al.* 2006, IUCN 2008 Pleguezuelos *et al.* 2010). * Endemic, VU Vulnerable A4cd, NT Near Threatened, LC Least Concern (see IUCN 2008). Inscrit (registered): species included in the category IV of the Moroccan law 29-05 on the protection of wild flora and fauna species and regulating trade.

Nom latin	Nom commun français	Nom commun local	Catégorie IUCN	Loi marocaine 29-05 (catégorie IV)
Urodèles				
<i>Salamandra algira</i>	Salamandre Nord-africaine	□□□□ □□□	VU B1ab(iii)+2Bab(iii)	Inscrit
<i>Pleurodeles waltl</i>	Pleurodèle de Waltl	□□□ □□□□	NT	Inscrit
Anoures				
<i>Alytes maurus</i> *	Crapaud accoucheur marocain	ضفدع	NT	Inscrit
<i>Discoglossus scovazzi</i> *	Discoglosse peint du Maroc	ضفدع	LC	Non inscrit
<i>Amietophrynus mauritanicus</i>	Crapaud de Maurétanie	ضفدع	LC	Non inscrit
<i>Bufo spinosus</i>	Crapaud commun	ضفدع	LC	Non inscrit
<i>Bufoes boulengeri</i>	Crapaud vert	ضفدع	LC	Non inscrit
<i>Hyla meridionalis</i>	Rainette méridionale	جرانة	LC	Non inscrit
<i>Pelophylax saharicus</i>	Grenouille verte nord-africaine	جرانة	LC	Non inscrit

La disparition des forêts est en grande partie due à l'exploitation pour les usages domestiques et à l'augmentation des terres cultivées surtout pour le cannabis (Taiqui 1997; Fahd données inédites) de rentabilité élevée. Cette activité est doublement nocive pour les amphibiens, étant donné qu'elle requiert de grandes quantités d'eau, privant ceux-ci d'une ressource vitale et appauvrissant la fertilité du sol. Cette culture nécessite, en outre, l'usage de fertilisants et d'herbicides qui augmentent la pollution du sol et de l'eau (Hine *et al.* 1981). Parallèlement à la croissance démographique, le nombre de têtes de bétail a augmenté durant les dernières années (128.370 têtes, Ministère Agriculture, 1996). De cette manière, l'effet du surpâturage s'est converti en une menace de plus en plus grande pour les populations d'amphibiens, aggravant l'effet de la déforestation (Taiqui 1997, Taiqui & Martín-Cantarino 1997, Puigdefàbregas & Mendizábal 1998) et la contamination de l'eau. Le dessèchement des points d'eau, le pompage excessif, la captation des sources et la pollution de l'eau émergent comme étant les principales menaces qui pèsent sur les amphibiens du BV-Laou. La présence de *Pleurodeles waltl* dans la daya d'Amelay, unique localité où cet urodèle a été localisé, est fortement menacée par le pompage de l'eau pour la fabrication d'articles d'argile par la population locale (Mediani 2006). Cette activité a été

observée en septembre, période où le pleurodèle entre au Maroc en période de reproduction (Pasteur & Bons 1959).

Les accidents de route sont une autre menace importante qui pèse sur les amphibiens. Une étude sur la mortalité des animaux du BV-Laou (Mediani 2006 et Tab. 2) a montré que sur les 103 spécimens d'amphibiens, reptiles et micromammifères retrouvés morts sur la route, 88% étaient des amphibiens (*A. mauritanicus* : 84,6%, *P. saharica* : 15,4%) (Tab. 2). La Gambusie (*Gambusia holbrooki*), originaire du sud et de l'est de l'Amérique du Nord, a été introduite partout dans le monde pour la lutte biologique contre les moustiques. Elle est incluse dans la liste de l'IUCN des 100 espèces exotiques envahissantes les plus dangereuses. Elle a été introduite au Maroc par le Ministère de la Santé publique comme moyen de lutte contre le vecteur du paludisme (Mahjour 2002, Dahssi *et al.* 2004). Dans le BV-Laou, elle représente probablement l'une des principales menaces qui pèsent sur les amphibiens durant la vie larvaires.

Les changements climatiques contribuent également au déclin des populations d'amphibiens. Les changements au niveau des précipitations et des températures affectent la phénologie de reproduction chez certaines espèces d'amphibiens (Blaustein *et al.* 2001a, Beebe 1995).

Tableau 2. Nombre de cadavres retrouvés sur les routes du bassin versant d'oued Laou.

Table 2. Number of cadavers found on the roads of the Laou River catchment.

Espèces	Nombre de cadavres		
	frais	anciens	total
<i>Amietophrynus mauritanicus</i>	63	14	77
<i>Pelophylax saharicus</i>	12	2	14
<i>Podarcis vaucheri</i> + <i>Psammotromus algerus</i>	2	1	3
Micromammifères	4	5	9

L'augmentation des UV-B, causée par l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique et par d'autres changements environnementaux, a des impacts négatifs sur le taux d'éclosion, la croissance et le développement, le comportement, la physiologie et l'anatomie des amphibiens (Blaustein et al. 2001b, Blaustein A. R. & Kiesecker J. M. 2002).

L'article 8 du Décret n° 582-62 paru le 3 novembre de 1962 souligne la protection de tous les reptiles non venimeux au Maroc, excluant ainsi les amphibiens. Jusqu'à très récemment, c'était le seul article de loi où un composant de l'herpétofaune était signalé. Depuis peu, un nouveau décret est apparu au Maroc : Décret d'application de la loi 29-05 relative à la protection des espèces de flore et de faune sauvages et au contrôle de leur commerce. Celui-ci nous a permis d'inclure au niveau de la catégorie IV, au moins 6 espèces d'amphibiens : *Alytes maurus*, *Amietophrynus xeros*, *Hoplobatrachus occipitalis*, *Pelobates varaldii*, *Pleurodeles waltl* et *Salamandra algira*. Le gouvernement marocain doit cependant veiller, au travers des différentes autorités compétentes dans le domaine de la protection de l'environnement, à ce que les lois soient appliquées de manière efficace. Par ailleurs, et à un niveau plus local, une protection efficace des amphibiens et de leurs habitats dans les aires protégées du BV-Laou est nécessaire. Une autre mesure simple mais efficace serait l'installation de panneaux sur les routes principales, alertant sur la mortalité causée par les véhicules.

REMERCIEMENTS

Le travail sur le terrain a été partiellement financé par plusieurs projets (MED-CAMPUS MC251, MEDA/MAR/B7-4100/IB/98/0532, PROTARS P2T3/39, Ayudas a la investigación IEceuties, WADI 6 FP, INCO-CT2005-015226, CNRST (Maroc)/FCT (Portugal) 889-08/09, ICA3-CT-2002-10003, INCO-MED N°ICA3-2001-10028, ANR project PEX04-MOHMIE. Nous remercions toutes les personnes qui nous ont accompagnés sur le terrain au cours de ces longues années. Un grand merci à tout le personnel des Eaux et Forêts.

REFERENCES

- Aellen V. 1951. Contribution à l'herpétologie du Maroc. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc*, 31, 153–199.
- Alford R.A. & Richards S.J., 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 30, 133–165.
- AmphibiaWeb 2015. Information on amphibian biology and conservation. [web application]. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>, Accessed: Mar 5, 2015.
- Araújo M. B., Thuiller W. & Pearson R. G. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, 33, 1712–1728.
- Arntzen J.W., Recuero E., Canestrelli D. et al. 2013. How complex is the *Bufo bufo* species group? *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69, 1203–1208.
- Barata M., Perera A., Harris D.J. et al. 2011. New observations of amphibians and reptiles in Morocco, with a special emphasis on the eastern region. *Herpetological Bulletin*, 116, 4–14.
- Barnestein J.A.M., González de la Vega J.P., Jiménez-Cazalla F. et al. 2010. Contribución al atlas de la herpetofauna de Marruecos. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 21, 76–82.
- Beebe T.J.C., Flower R.J., Stevenson A.C. et al. 1990. Decline of the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain: paleoecological, documentary and experimental evidence for breeding site acidification. *Biological Conservation*, 53, 1–20.
- Beebe T.J.C. 1995. Amphibian breeding and climate. *Nature*, 374, 219–220.
- Beja P., Bosch J., Tejedo M. et al. 2009. *Pleurodeles waltl*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 12 April 2015.
- Benabid A. 1984. Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Botanique*, Rabat, 34, 1–64.
- Beukema W., De Pous Ph., Donaire-Barroso D. et al. 2013. *Review of the systematics, distribution, biogeography and natural history of Moroccan amphibians*. *Zootaxa*, 3661, 60p.
- Blaustein A.R., Belden L.K., Olson D.H. et al. 2001a. Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology*, 15, 1804–1809.
- Blaustein A.R., Belden L.K., Hatch A.C. et al. 2001b. Ultraviolet radiation and Amphibians. In: *Ecosystems, Evolution and Ultraviolet Radiation* eds. Cockell, C.S. & Blaustein, A.R., Springer, New York, 63–79.
- Blaustein A.R. & Kiesecker J.M. 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters*, 5, 597–608.
- Blaustein A.R., Hoffman P.D., Hokit D.G. et al. 1994a. UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: a link to population declines? *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, 91, 1791–1795.
- Blaustein A.R., Wake D.B. & Sousa W.P. 1994b. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8, 60–71.
- Blaustein A. R. & Kiesecker J. M. 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters*, 5: 597–608.
- Bogaerts S., Valkenburg K., Donaire-Barroso D. et al. 2007. New localities of the North African fire salamander, *Salamandra algira*, at the southern limit of its distribution in Morocco. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, 14, 238–241.

- Bons J. 1967. *Recherches sur la Biogéographie et la Biologie des amphibiens et des reptiles du Maroc*. Thèse Doctorat en Sciences Naturelles, Montpellier, CNRS AO 2345, 321 p.
- Bons J. & Geniez Ph. 1996. *Amphibiens et reptiles du Maroc (Sahara Occidental compris)*. Atlas biogéographique. Ed. Asociación Herpetológica Española, Barcelona, 269 pp.
- Bradford D.F. 1989. Allotopic distribution of native frogs and introduced fishes in high Sierra Nevada lakes of California: implication of the negative effect of fish introductions. *Copeia*, 775–778.
- Bradford D.F. 1991. Mass mortality and extinction in a high elevation population of *Rana muscosa*. *Journal of Herpetology*, 25, 174–177.
- Brito J.C. 2003. Observations of amphibians and reptiles from north and West Africa – Morocco, Mauritania and Senegal. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 14, 2–6.
- Bury R.B., Dodd C.K.Jr. & Fellers G.M. 1980. *Conservation of the Amphibia of the United States: a review*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC, Resource Publ., 134, 34pp.
- Carey C. 1993. Hypothesis concerning the causes of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. *Conservation Biology*, 7, 355–362.
- Carpentier C.J. 1937. Sur les batraciens urodèles apparus en masse dans un bassin-piscine à Meknès (Maroc). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 62, 273–276.
- Cherkaoui T.E. 1991. *Contribution à l'étude de l'aléa sismique au Maroc*. Thèse Doctorat de 3ème cycle, Univ. Grenoble, 259p.
- Cockell C.S. 2001. A photobiological history of earth. In: *Ecosystems, Evolution and Ultraviolet Radiation* (eds Cockell, C.S. & Blaustein, A.R.), Springer, New York, 1–35.
- Collins J.P. & Storfer, A. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9, 89–98.
- Corn P.S., Bury, R.B. 1989. Logging in western Oregon: responses of headwater habitats and stream amphibians. *Forest Ecology and Management*, 29, 1–19.
- Cox N., Chanson J. & Stuart S. (Compilers) 2006. *The Status and Distribution of Reptiles and Amphibians of the Mediterranean Basin*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Cushman S.A. 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological conservation*, 128, 231 – 240
- Dahssi H., Dakki M., El Agbani M.A. et al. 2004. Stratégie nationale pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. *Rapport pour le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Maroc*, 121 pp.
- Dodd K.C.Jr. 1991. Drift fence-associated sampling bias of amphibians at a florida sandhills temporary pond. *Journal of Herpetology*, 25, 296–301.
- Donaire-Barroso D., Bogaerts S., el Mouden H. et al. 2004. Avances coriologicos sobre la herpetofauna marroquí. Programa & Libro de Resúmenes, VIII Congreso Luso-Español (XII Congreso Español) de Herpetología, Málaga, Spain.
- Donaire-Barroso D. & Bogaerts, S. 2003. A new subspecies of *Salamandra algira* Bedriaga, 1883 from northern Morocco. *Podarcis*, 4, 84–100.
- Donaire-Barroso D., El Mouden El H., Slimani T. et al. 2006. On the meridional distribution of *Alytes maurus* Pasteur and Bons, 1962 (Amphibia, Discoglossidae). *Herpetological Bulletin*, 96, 12–14.
- Donaire-Barroso D., Salvador A., Slimani T. et al. 2009. *Alytes maurus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 05 March 2015.
- Donnelly M.A. & Crump M.L. 1998. Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. *Climatic Change*, 39, 541–561.
- Dunson W.A., Wyman R.L., Corbett E.S. 1992. A Symposium on Amphibian Declines and Habitat Acidification. *Journal of Herpetology*, 26, 349–352.
- Engelmann W.E., Fritzsche J., Günther R. et al. 1986. *Lurche und Kriechtiere Europas*. Ed. F. Enke Verl., Stuttgart. 420p.
- Escoriza D., Comas M.M., Donaire-Barroso D. et al. 2006. Rediscovery of *Salamandra algira* Bedriaga, 1833 from the Beni Snassen massif (Morocco) and phylogenetic relationship of North African Salamandra. *Amphibia-Reptilia*, 448–455.
- Escoriza D. & Delmar Comas M. 2007. *Description of a new subspecies of Salamandra algira Bedriaga, 1833* (Amphibia: Salamandridae) from the Beni Snassen massif (Northeast Morocco). *Salamandra*, 43, 77–90.
- Fahd S. 2003. *Diagnostic herpétologique. Massif des Béni Snassen*. Programme MedWetCoast-Maroc «Conservation des zones humides et des systèmes côtiers dans la région méditerranéenne», Ministère d'Etat à l'Environnement - Département des Eaux et Forêts et de la lutte contre la Désertification, Rapport inédit, 51 p.
- Fahd S. 2006a. *Diagnostic herpétologique. Parc de Khnifiss*. Projet «Gestion des Aires Protégées au Maroc». Département des Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, GEF, TF/023494, Rapport inédit, 47p.
- Fahd S. 2006b. *Diagnostic herpétologique. Tamga*. Projet «Gestion des Aires Protégées au Maroc». GEF, TF/023494. Département des Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, Rapport inédit, 33p.
- Fahd S. 2006c. *Diagnostic herpétologique. Jbel Grouz*. Projet «Gestion des Aires Protégées au Maroc». Département des Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, GEF, TF/023494, Rapport inédit, 38p.
- Fahd S. & Mediani M. 2007. *Herpétofaune du bassin versant de Oued Laoou*. Wadi 6° FP, INCO-CT2005-15226, Tétouan, 35 p.
- Fahd S., Barata M., Benitez M. et al. 2007. Presencia de la víbora hocicuda *Vipera latastei* en el Atlas Medio (Marruecos) y otras citas herpetológicas para la región. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 18, 26–34.
- Fekhaoui M., El Agbani M.A. & Bayed A. 1988. The Khnifiss Lagoon and adjacent waters: chemistry of the Freda, J. 1986. The influence of acidic pond water on amphibians: a review. *Water Air Soil Pollution*, 30, 439–450.
- Fromhage L., Vences M. & Veith M., 2004. Testing alternative vicariance scenarios in Western Mediterranean *discoglossid* frogs. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31, 1, 308–322.
- Frost D.R. 1985. *Amphibian species of the world: a taxonomic and geographical reference*. Allen Press and Association of Systematics Collections, Lawrence, Kansas. 732 p.
- Frost D.R. 2004. *Amphibian species of the world: an online reference*. New York: American Museum of Natural History. [Base de données électronique disponible sur <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.]
- Frost D.R., Grant T., Faivovich J.N. et al. 2006. *The amphibian tree of life*. Bulletin of the American Museum of Natural History, 297, 1–370.
- Galán F., 1931. *Batracios y Reptiles del Marruecos español*. Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural. 31, 5, pp. 361-367.

- García-París M. & Jockusch, E.L. 1999. A mitochondrial DNA perspective on the evolution of Iberian *Discoglossus* (Amphibia: Anura). *Journal of Zoology*, 248, 209–218.
- Geniez P. & Soto P. 1994. Nouvelles observations sur l'herpétofaune marocaine. 5. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 69–70, 33–39.
- Guibé J. 1950. Batraciens in Contributions à l'Étude de l'Aïr. *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 10, 329–330.
- Halliday T. 2005. Diverse factors influencing amphibian population declines. In: Lannoo, M.J., (ed.), Amphibian declines: the conservation status of United States species. Berkeley. *University of California Press*. pp, 3-9.
- Harris D.J., Carretero M.A., Brito J.C. et al. 2008. Data on the distribution of the terrestrial herpetofauna of Morocco: Records from 2001–2006. *Herpetological Bulletin*, 103, 19–28.
- Harris D.J., Perera A., Barata M. et al. 2010. New distribution notes for terrestrial herpetofauna from Morocco. *North Western Journal of Zoology*, 6, 309–315.
- Hayes M.P. & Jennings M.R. 1986. Decline of ranid frog species in western North America: Are bullfrogs (*Rana catesbeiana*) responsible? *Journal of Herpetology*, 20, 4, 490–509.
- Heyer W.R. 2003. Viewpoint: ultraviolet-B and Amphibia. *BioScience*, 53, 6, 540–541.
- Hine R.L., Les B.C. & Hellmich B.F., 1981. *Leopard frog populations and mortality in Wisconsin, 1974–76*. Technical Bulletin, 122, Department of Natural Resources, Madison, WI., 39 p.
- Hof C., Araújo M.B., Jetz W. et al. 2011. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature*, 480, 7378, 516–519.
- Houlahan J.E., Findlay C.S., Schmidt B.R. et al. 2000. *Quantitative evidence for global amphibian population declines*. *Nature*, 404, 752–755.
- Inypsa 1998. *Analyse de La Situation actuelle, Maroc*. Programme coordonné d'aménagement, récupération et amélioration du bassin versant de l'oued Laou (MAROC), Programme opérationnel Interreg II Espagne-Maroc, 1, 204 pp.
- IUCN 2008. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria (Version 7.0). IUCN, Gland, Switzerland.
- Joleaud L. 1934. La faune terrestre et des eaux douces du Maroc. *La sciences au Maroc*, 139, 2, 253–280.
- Kilpatrick A.M., Briggs C.J. & Daszak P. 2010. The ecology and impact of chytridiomycosis: an emerging disease of amphibians. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, 2, 109–118.
- Le Berre M. 1989. *Faune du Sahara, Poissons-Amphibiens-Reptiles*. Ed. Raymond Chabaud, Lechevalier, Paris, 332 p.
- Libis B. 1985. Nouvelle donnée sur la répartition au Maroc du crapaud accoucheur *Alytes (obstreticans) maurus* Pasteur et Bons 1962 (Amphibia; Discoglossidae). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 33, 52–53.
- Licht L.E. 2003. Shedding light on ultraviolet radiation and amphibian embryos. *BioScience*, 53, 551–561.
- Lips K.R. 1999. Mass mortality of the anuran fauna at an upland site in Panama. *Conservation Biology*, 13, 117–125.
- Mahjour J. 2002. *Stratégie d'élimination du paludisme au Maroc : plan et éléments d'évaluation*. Royaume du Maroc, Ministère de la Santé, Edité avec le soutien de l'Organisation Mondiale de la Santé, 41 p.
- Martínez-Medina F.J. 2002. Morfología, biología y ecología de las poblaciones de *Salamandra Norteafricana*, *Salamandra algira*, del NW de Marruecos: constituyen una entidad diferenciada. En: Libro de Resúmenes, VII Congreso Luso-Español, XI Congreso Español de Herpetología, Évora, p. 135.
- Martínez-Solano Í. 2004. Phylogeography of Iberian *Discoglossus* (Anura: Discoglossidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 42, 298–305.
- Martínez-Solano Í., Gonçalves H.A., Arntzen J.W. et al. 2004. Phylogenetic relationships and biogeography of midwife toads (Discoglossidae: *Alytes*). *Journal of Biogeography*, 31, 4, 603–618.
- Mateo J.A., Pleguezuelos J.M., Fahd S. et al. 2003. *Los anfibios y reptiles del Estrecho de Gibraltar. Un ensayo sobre la herpetofauna de Ceuta y su entorno*. Ed. Instituto de Estudios Ceuties, Ceuta, 388 p.
- McDiarmid R.W. & Altig R. 1999. Tadpoles. *The Biology of Anuran Larvae*. The University of Chicago Press, Chicago and Londres, 444 p.
- Mediani M. 2006. *Contribution à l'étude de l'écologie des Amphibiens du bassin versant d'Oued Laou (Rif occidental, nord-ouest du Maroc)*. Mémoire de DESA, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tétouan.
- Melhaoui M. & Chavanon G. 1989. Note sur la présence de la Salamandre tachetée *Salamandra salamandra algira* Bedriaga, 1883 (Urodèle, Salamandridae) dans le Maroc Nord-Oriental. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 38, 11–12.
- Mellado J. & Mateo J.A. 1992. New records of Moroccan herpetofauna. *Journal of Herpetology*, 2, 58–61.
- Mittermeier R.A., Robles G.P., Hoffmann M. et al. 2004. *Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Cemex, Monterrey, and University of Chicago Press, Chicago, 392p.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Olson D.H., Aanensen D.M., Kathryn L. et al. 2013. Mapping the Global Emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the Amphibian Chytrid Fungus. *Plosone*, 8, 2 e56802
- Pasteur G. 1958. Sur la systématique des espèces du genre *Pleurodeles* (Salamandridés). *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc*, 38, 157–165.
- Pasteur G. & Bons J. 1959. Les Batraciens du Maroc. *Travaux Institut Scientifique Chérifien, Série Zoologique, Rabat*, 17, i–xiv + 1–241.
- Pellegrin J. 1912. *Les vertébrés des eaux douces du Maroc*. C.R.A.F.A.S. Nîmes, 419–424.
- Petranka J.W., Eldridge M.E. & Haley K.E. 1993. Effects of timber harvesting on southern Appalachian salamanders. *Conservation Biology*, 8, 363–370.
- Pleguezuelos J.M., Brito J.C., Fahd S. et al. 2010. Setting conservation priorities for the Moroccan herpetofauna: the utility of regional red listing. *Oryx*, 14, 501–508.
- Pounds J.M. & Crump L.M. 1994. Amphibian Declines and Climate Disturbance: The Case of the Golden Toad and the Harlequin Frog. *Conservation Biology*, 8, 1, 72–85.
- Pruja J.P. 1959. Note sur deux *Siricidae* des sapinières du Rif occidental. *Bulletin des Sciences Naturelles du Maroc*, 39, 203–204.
- Puigdefàbregas J. & Mendizábal T. 1998. Perspectives on desertification: Western Mediterranean. *Journal of Arid Environments*, 39, 209–224.
- Pyron R.A. & Wiens J.J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61, 543–583.
- Recuero E., Iraola A., Rubio X. et al. 2007. Mitochondrial differentiation and biogeography of *Hyla meridionalis* (Anura:

- Hylidae): an unusual phylogeographical pattern. *Journal of Biogeography*, 34(7), 1207-1219.
- Recuero E., Canestrell, D., Vörös J. *et al.* 2012. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62, 1–86.
- Schleich H.H., Kästle W. & Kabisch K. 1996. *Amphibians and Reptiles of North Africa*. Ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany, 630 p.
- Semlitsch R.D. 2000. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. *Journal of Wildlife Management*, 64, 615–631.
- Steinfartz S., Veith M. & Tautz D. 2000. Mitochondrial sequence analysis of *Salamandra* taxa suggests old splits of major lineages and postglacial recolonisations of Central Europe from distinct source populations of *Salamandra salamandra*. *Molecular Ecology*, 9, 397–410.
- Stöck M., Moritz C., Hickerson M. *et al.* 2006. Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup) with insights in their genomic plasticity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41, 663–689.
- Stöck M., Dubey S., Klütsch C. *et al.* 2008. Mitochondrial and nuclear phylogeny of circum-Mediterranean tree frogs from the *Hyla arborea* group. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49, 1019–1024.
- Stöck M., Dufresnes C., Litvinchuk S.N. *et al.* 2012. Cryptic diversity among Western Palearctic tree frogs Postglacial range expansion, range limits, and secondary contacts of three European tree frog lineages (*Hyla arborea* group). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65, 1–9.
- Stoetzel E., El Agbani M.A., Qninba A. *et al.* 2010. Inventaire taxonomique préliminaire des petits vertébrés terrestres du Nord du Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 32, 1, 17–24.
- Stuart S.N., Chanson J.S., Cox N.A. *et al.* 2004. Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science*, 306, 1783-1786.
- Taiqui L. 1997. La dégradation écologique au Rif marocain: nécessités d'une nouvelle approche. *Mediterranea, Serie de estudios biológicos*, 16, 5–17.
- Taiqui L. & Martín-Cantarino C.C. 1997. Eléments historiques d'analyse écologique des paysages montagneux du Rif Occidental (Maroc). *Mediterranea, Serie de estudios biológicos*, 16, 23–35.
- Van Bocxlaer I., Loader S.P., Roelants K. *et al.* 2010. Gradual adaptation toward a range-expansion phenotype initiated the global radiation of toads. *Science*, 327, 679–682.
- Velo Anton G., Cardenete L.G., Jiménez Cazalla, F. *et al.* 2014. New record of *Salamandra algira* isolated on the north-western Tingitana peninsula, with some notes on the reproductive modes within the species. *Boletín de la Asociación Herpetologica Española*, 25, 1, 46-50.
- Wake D.B. & Vredenburg V.T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 11466-11473.
- Young B.E., Lips K.R., Reaser J.K. *et al.* 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, 15, 1213–1223.
- Zangari F., Cimmaruta R. & Nascetti G. 2006. Genetic relationships of the western Mediterranean painted frogs based on allozymes and mitochondrial markers: evolutionary and taxonomic inferences (Amphibia, Anura, Discoglossidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 87, 515–536.