

Inventaire des petits mammifères de milieux anthropisés et naturels du Maroc septentrional

Small Mammals inventory of anthropic versus natural regions of North Morocco

Christiane DENYS^{1*}, Emmanuelle STOETZEL^{1,2}, Aude LALIS¹, Violaine NICOLAS¹, Arnaud DELAPRE¹, Abderrahmane MATAAME³, Loubna TIFRAOUI⁶, Abdeslam RIHANE⁴, Hicham EL BRINI³, Sohaib LIEFRID⁵, Soumia FAHD⁵, Ali OUAROUR⁵, Abdelhanine CHERKAOUTI³, Mohammed FEKHAOUTI³, Abdelaziz BENOUSSE⁶, Ahmed EL HASSANI³ & Touria BENZAOU⁶

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

2. Muséum National d'Histoire Naturelle, Département de Préhistoire, UMR 7194 du CNRS, Musée de l'Homme, Palais de Chaillot, 17 Place du Trocadéro, 75016 Paris, France (stoetzel@mnhn.fr)

3. Université Mohammed V de Rabat, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battouta, B.P. 703, Agdal 10090 Rabat, Maroc. (abdel_mat@hotmail.fr), (fekhaoui@israbat.ac.ma), (hichamelbrini@hotmail.fr), (elhassani@israbat.ac.ma)

4. Laboratoire SVT- Centre Régional des Métiers de l'Éducation et la Formation (CRMEF)-Avenue Standhal, Derb Ghallef- Casablanca, Maroc (abdeslam.rihane@gmail.com)

5. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tétouan, Département de Biologie, Avenue de Sebta, Mhannech II, 93000 Tétouan, Maroc (soumiafahd@yahoo.fr), (liefrid@yahoo.fr), (ouarour@hotmail.com)

6. Université Mohammed V de Rabat, Faculté des Sciences, Département de Biologie, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP, Rabat (touriabenzaou@hotmail.com), (tifarouine_loubna@hotmail.fr), (benhoussa@fsr.ac.ma)

Résumé : Afin de mieux caractériser la biodiversité des petits mammifères terrestres (rongeurs, musaraignes) des zones anthropisées du Maroc central et côtier par rapport à celle des milieux naturels, une campagne d'inventaires ciblés a été effectuée d'avril 2010 à mai 2011 dans 19 localités représentant un effort de 8386 nuits-pièges. Au total, 897 spécimens appartenant à 15 espèces de micromammifères terrestres ont été capturés : 833 rongeurs, 56 soricomorphes, 6 érinacéomorphes, 2 macroscélides et 1 carnivore. Les rendements de capture, très variables (de 1,6 à 80%), ont été en moyenne de 10,7%. Chez les rongeurs, *Mus spretus* et *Apodemus sylvaticus* sont les deux espèces les plus abondantes (64%), suivies par *Meriones shawii* (16%), *Mus musculus* (5%), *Rattus rattus* (4%), *Gerbillus campestris* (4%) et occasionnellement *Lemniscomys barbarus* (2%) et *Eliomys munbyanus* (1%). Pour les autres ordres, c'est *Crocidura russula* la plus abondante tandis qu'*Atelerix algirus*, *Elephantulus rozeti* et *Mustela nivalis* ont été capturés accidentellement. La diversité la plus forte est observée dans les zones cultivées (de 1 à 7 espèces) alors que les forêts ou les lagunes n'ont livré que 2 à 4 espèces. Dans les maisons, elle varie de 2 à 5 espèces. Une analyse factorielle des correspondances met en avant l'existence d'une relation entre l'abondance d'*Apodemus sylvaticus* et les régions forestières tandis que *Mus spretus* est associée de préférence aux milieux de cultures ou de forêts dégradées. Ceci confirme pour le Maroc les observations antérieures effectuées dans le bassin méditerranéen.

Mots clés : Micromammifères, Rongeurs, Musaraignes, Biodiversité, Maroc.

Abstract: In order to better characterize small terrestrial mammals biodiversity in anthropized habitats of central and coastal Morocco versus natural habitats, we performed a fieldwork inventory from April 2010 to May 2011 in 19 localities for 8336 night traps. In total, we collected 897 specimens belonging to 15 terrestrial small mammals, including 833 Rodentia, 56 Soricomorpha, 6 Erinaceomorpha, 2 Macroscelididea and one Carnivora. The trapping success was highly variable (from 1.6 to 80%) and in an average of 10.7%. Among the rodents, *Mus spretus* and *Apodemus sylvaticus* were the two most abundant species (64%), followed by *Meriones shawii* (16%), *Mus musculus* (5%), *Rattus rattus* (4%), *Gerbillus campestris* (4%) and at the occasion *Lemniscomys barbarus* (2%) and *Eliomys munbyanus* (1%). *Crocidura russula* was the single shrew collected while *Atelerix algirus*, *Elephantulus rozeti* and *Mustela nivalis* were trapped only accidentally. The highest diversity was recorded in cultivated areas (up to 7 species) while natural forests and lagoons yielded between 2 and 4 species. Inside houses, the diversity varied between 2 to 5 species. A correspondence analysis, performed on the whole data set, highlighted the correlation between abundance of *A. sylvaticus* and protected forest environments and between *Mus spretus* and cultivated areas and degraded forests. These results are in agreement with previous data from the southern Mediterranean basin.

Keywords : Micromammals, Rodents, Shrews, Biodiversity, Morocco.

Abridged English version:

Small mammal biodiversity and their community structure and ecological distribution can be studied through taxonomic inventories. Situated at the crossroad between Europe, Sub-Saharan and North Africa, Morocco is a hotspot of biodiversity. However, despite the existence of 41 species of small mammals for the country, this diversity, which

contains some endemic species, is relatively poorly known, especially the ecological preferences of some species. Because the main part of the country, notably the northern and central regions are now subjected to the intensification of agriculture and the development of industry as well as mass tourism on the coasts, it becomes urgent to perform more studies both in natural and modified environments in order to

see the impact of anthropic pressure upon the small mammals diversity.

Material and Methods

To achieve this goal, we have performed fieldwork during one year from April 2010 to April 2011 in 19 localities of Morocco including both anthropised and protected zones like National Parks (Tazekka, Talassemtane), Sites of Biological and Ecological interest (SIBE: Aïn Felfel, Ben Slimane forests, Dayet Erroumi) and the RAMSAR site of Merja Zerga (Tab. 1, Fig. 1). In these localities we sometimes also explore anthropogenic zones besides the natural ones. In the other localities, we concentrated efforts in the cultivated fields or pastures, sometimes also inside houses or close to them in farm buildings or gardens. Three different types of traps were settled : pitfalls, Sherman traps, wire traps. Sherman traps and wire traps lines were used systematically in all localities while Sherman traps were only used in two different sites (Berrechid, Merja Zerga). All traps, except pitfalls, were baited and left during the night. They were collected each morning and trap line were geographically localized through GPS and landscape pictures. Nearly, all trapped animals are then euthanized and autopsied using the same methodology used and described in Stoetzel et al. (2010, 2012) at the exception of some protected or rare species.

Results

In terms of trapping success we collected 898 specimens for 8386 trap night for all habitats sampled. The average trapping success is of 10,7%. Among the captures were found 833 rodents, 56 shrews, 6 hedgehogs, 2 macroscelids and 1 carnivore (Fig. 2). The trapping success was higher for Shermans and wire traps (12,3%) than for pitfalls (2,2%). It was also highly variable between the different localities (Tab. 2). Looking at the species captured we found 9 rodent species among which *Mus spretus* and *Apodemus sylvaticus* are the most abundant ones (Fig. 3) followed by Gerbillinae (*Meriones shawii* and *Gerbillus campestris*) and then various other murinae (*Mus musculus*, *Rattus* spp., *Lemniscomys barbarus*) and one Myoxidae (*Eliomys munbyanus*). Only one species of soricomorpha was trapped (*Crocidura russula*) like for the Erinaceomorpha (*Atelerix algirus*). The Macroscelididae family was represented by two individuals belonging to *Elephantulus rozeti* captured in the Oriental region and one Carnivora (*Mustela nivalis*, Mustelidae) was recovered in Merja Zerga.

Looking at the small mammals community structure along the various habitats reveals some differences. By the fact in the forest habitats, we collected 2 to 4 species (*Mus spretus*, *Apodemus sylvaticus*, *Eliomys munbyanus*, *Crocidura russula*) in the Shermans and wire traps and some *Atelerix algirus* in the wire traps. *Apodemus sylvaticus* is the dominant taxon (65,3%) (Tab. 4). In the anthropogenic habitats, like cultivated fields and pastures, the overall diversity is higher (10 species) and the rodent diversity varies from 1 to 7 species for the localities (Tab. 4). In these agroecosystems, *Mus spretus* is the most abundant species (33,7%), then either *Apodemus sylvaticus* (22,1%) or *Meriones shawii* (23,7%) are well represented. In the laguna of Moulay Bousselham (Merja Zerga), we both sampled using pitfalls and wire and sherman traps pastures in the

periodically flooded zones as well as cultivated fields and the diversity reached 4 species among which *Mus spretus* and *Crocidura russula* were the most abundant ones (Tab. 5). Finally, in the houses or their immediate vicinity, we found 4 species among which *M. musculus* and *Rattus rattus* dominate (Tab. 6). In order to visualize these differences in the community structure, we performed a correspondence analysis by using the frequencies of the 898 trapped specimens by species for 27 habitats, 19 localities and 11 species. The graph of the axis 1 and 2 represents 47,8% of the total variance (Fig. 4) and the frequencies of *M. shawii* and *A. sylvaticus* are the variables contributing mainly to axis 1 while axis 2 is determined by *M. spretus* abundance. Axis 1 distinguishes the localities of Oriental (Guenfouda) and two other localities were *M. shawii* is abundant. Axis displays a strong opposition between forest localities grouped with *A. sylvaticus* whose frequency is high and the houses were *Rattus rattus* and *Mus spretus* dominate. The laguna of Merja Zerga is found within the agroecosystems localities. Ben Slimane locality is not grouped with the protected forest probably due to its degraded state. Because we wanted to find an index of habitat degradation we looked at other works in North Africa to see the habitat distribution of the proportions of *Mus spretus* versus *Apodemus sylvaticus* (Tab. 7). The ratio is low in protected forests far from human habitations like Talassemtane, AIn Felfel, Kabylie, but is low in the degraded forest of Ben Slimane, Tazekka and Zerada. This ratio cannot be calculated when *A. sylvaticus* is absent.

Discussion-Conclusion

The trapping success was very variable in function of the type of traps, the trapping effort (number of trap nights and of traps) and is also dependent of the season of trapping. Few studies are available in Morocco or Algeria to compare our results with. Generally the trapping success varies between 11 to 37% in North Africa against 11,8% in Spain for Sherman traps. Pitfall traps generally have a lower success (3 to 7,5 %) but are well adapted to catch either semi-arboreal rodents or terrestrial, fossorial ones like shrews (*Suncus*, *Crocidura*). The combination of different types of traps generally increases the success and the diversity which was not our case here for small mammals but was of great use for amphibians and reptiles.

Despite an important trapping effort the specific diversity stayed low (11 species in total) against 41 known for Morocco. This is due to the fact that we collected rodents in Northern Morocco and never made fieldwork in arid zones. We explored only the humid and semi-arid ones and collected most of available diversity with two notable exceptions. By the fact, no *Dipodillus maghrebi* were collected while the species is known from Fes and Gharb region as well as the Doukkalas. Similarly, no *Dipodillus simoni* was collected while its presence is attested in the Oriental region. During our fieldwork, we also collected owl pellets assemblages in the same localities were trapping occurred and a first observation revealed the existence of *D. maghrebi* in Berrechid (Stoetzel pers comm). More efforts must still be done to collect new specimens of these two endemic species of rodents in order to better know their life-traits, habitats and population density. Concerning the shrews, we did not collect *Crocidura whittakeri*, endemic of North Africa or even *Suncus etruscus*. The two species are

known to occur in that region and are currently found into owl pellets assemblages. These two species may suffer of intensification of the human pressure on their habitats.

The agroecosystems explored in that work seem to offer sufficient micro-habitats for rodent and shrews to be protected because we found a higher diversity in these modified habitats compared to the natural environments. We found a low diversity both in forests and lagoons that look relatively similar to other studies performed in Morocco or Algeria. This confirms previous work by Khidas (1993) for Algeria. By comparing our results with those from owl pellets assemblages we see about the same trend.

In the Mediterranean environment, a competition seem to exist between *Mus spretus* and *Apodemus sylvaticus* both in South of France, Spain and Algeria. In Morocco, this was signalized only into the owl pellets assemblages. The two species seem to coexist with low aggressivity despite nearly identical diets. However, in our study, *Apodemus sylvaticus* is more frequent in forested areas than in open cultivated

zones while it is the contrary for *Mus spretus*. The development of intensive agriculture with large cereal fields and low bush elements or the reduction of the Maamora forest may be in favor of *Mus spretus*. The proportion of *Mus spretus* by hectare may represent in the future a good indicator of degradation for the forests but this needs to be confirmed by further analyses. We also confirm here that *Mus musculus domesticus* was never found into the cultivated zones and prefers houses or their immediate surroundings as well as *Rattus rattus*. *Rattus norvegicus* was only found in the wet zone of Merja Zerga. The two following gerbil rodents are well known to pullulate in cultivated zones of North Africa and being agricultural pests (*G. campestris* and *Meriones shawii*). However, we did not found them in abundance during our surveys and no outbreak was signalized since a long time in Northern Morocco contrarily to Algeria. These species are known to have a cyclic abundance but in Morocco the importance and the succession, duration of these cycles are not yet known.

INTRODUCTION

Par sa situation géographique, au carrefour entre l'Europe, l'Afrique sub-saharienne et le Moyen Orient, le Maghreb est soumis à différentes influences climatiques et océaniques et constitue une zone de biodiversité remarquable pour la planète (Cheylan 1991, Aulagnier 1992, Dobson & Wright 2000, Cosson *et al.* 2005, Olson & Dinerstein 2002). En milieu terrestre, une composante importante et souvent mal connue de cette biodiversité est constituée par les petits mammifères. Au Maroc, 41 espèces sont connues, dont 32 Rodentia, 6 Soricomorpha, 2 Erinaceomorpha et 1 Macroscelidea (Aulagnier & Thévenot 1986, Benazzou 1997, Thévenot & Aulagnier 2006, Aulagnier *et al.* 2008a). Chez les rongeurs, certaines espèces sont considérées comme nuisibles, alors que d'autres sont endémiques du Maroc et en danger d'extinction (Benazzou 1997, Aulagnier *et al.* ce volume). Les petits mammifères jouent un rôle clé dans les réseaux trophiques : de nombreuses espèces sont des consommateurs primaires ou secondaires et leur taux de reproduction élevé engendre parfois des effectifs abondants constituant une biomasse indispensable pour les prédateurs de petite et moyenne taille.

Les derniers travaux d'inventaire des petits mammifères du Maroc reposent sur des études morphologiques et n'intègrent pas les derniers outils de la systématique (Aulagnier & Thévenot 1986, Aulagnier *et al.* 1999, Rihane 2003, 2004, Thévenot & Aulagnier 2006). Grâce aux développements de la systématique moléculaire et des méthodes nouvelles de morphométrie, il est apparu à plusieurs reprises lors d'inventaires taxonomiques, l'existence d'une biodiversité plus riche que celle connue auparavant, essentiellement due à l'existence d'espèces cryptiques (Boratyński *et al.* 2012, Ndiaye *et al.* 2012). Il subsiste également une certaine confusion dans la taxonomie de certaines espèces et sur leurs limites de distribution (Wilson & Reeder 2005). De plus, grâce à l'approche spatialisée, les inventaires taxonomiques permettent de

préciser l'habitat dans lequel vivent ces petits mammifères ainsi que leur distribution géographique.

Actuellement, le Maroc central et côtier est soumis à une forte urbanisation et au développement des cultures irriguées intensives en plus du changement climatique (Mansour 2003). Il est connu que ces modifications de l'environnement peuvent perturber les communautés de petits mammifères et déclencher soit des processus d'extinction (6^{ème} extinction) locale ou définitive, ou au contraire un dérèglement de la composition des communautés avec pullulations de certaines espèces (et ravages dans les cultures ou les maisons) ou développement de maladies transmissibles à l'homme (Haltebourg 1968, Bernard, 1977, Rödel 1980, Rioux *et al.* 1982, Belazzoug 1986, Bitam *et al.* 2006, Adamou-Djerbaoui *et al.* 2010).

Afin d'évaluer la diversité morphologique et génétique des petits mammifères terrestres des zones anthropiques et naturelles du Nord du Maroc d'une part, et d'observer comment la pression anthropique provoque des modifications dans les communautés de petits mammifères d'autre part, nous avons entrepris un inventaire taxonomique sur une année. Nous avons fait l'hypothèse que les communautés de petits mammifères des zones anthropiques (champs, pâturages) seront différentes de celles des zones préservées (forêts, lagunes) et recherché les espèces qui pourraient être utilisées comme indicatrices de la dégradation des écosystèmes.

MATERIEL ET METHODES

Pour les captures de micromammifères, deux types de pièges ont été utilisés : pièges Sherman (100 à 120), et pièges grillagés à grande et à petite maille (10 à 18). Nous avons, également, acheté une cinquantaine de tapettes pour attraper occasionnellement les rats et souris dans les maisons. Tous les pièges n'ont pas été utilisés simultanément dans toutes les localités pour des problèmes de logistique et/ou de sécurité. Leur rendement, leur état ou la configuration du terrain ont été pris en compte dans la constitution de lignes de pièges.

La majorité des petits mammifères étant de mœurs nocturnes, les pièges ont été déposés le soir et ont été récupérés tôt le lendemain matin. Les différents pièges appâtés (appât constitué d'un mélange de pain, huile d'olive, sardines, beurre de cacahuète et dattes) ont été placés dans la végétation, à au moins 5 m les uns des autres. Nous avons, également, utilisé la méthode des « pitfalls » (ou « pots enterrés »), qui a été décrite dans Stoetzel *et al.* (2010, 2012). Lourde à mettre en place, cette méthode n'a été utilisée que dans deux localités (Berrechid et Merja Zerga) en raison de moyens humains limités et des caractéristiques propres aux sites (sol, végétation). Les décomptes de captures et de nuits-

pièges ont été effectués séparément quand ces deux méthodes ont été employées simultanément.

Toutes ces méthodes de piégeage permettent de capturer des petits rongeurs et musaraignes vivants, mais aussi des individus appartenant à d'autres groupes zoologiques de façon occasionnelle.

Il nous a été possible de calculer le rendement des piégeages pour les micromammifères selon les formules suivantes :

nuits-pièges = (nombre de nuits de captures) x (nombre de pièges utilisés), rendement de piégeage = (nombre de spécimens capturés) / (nombre de nuits-pièges).

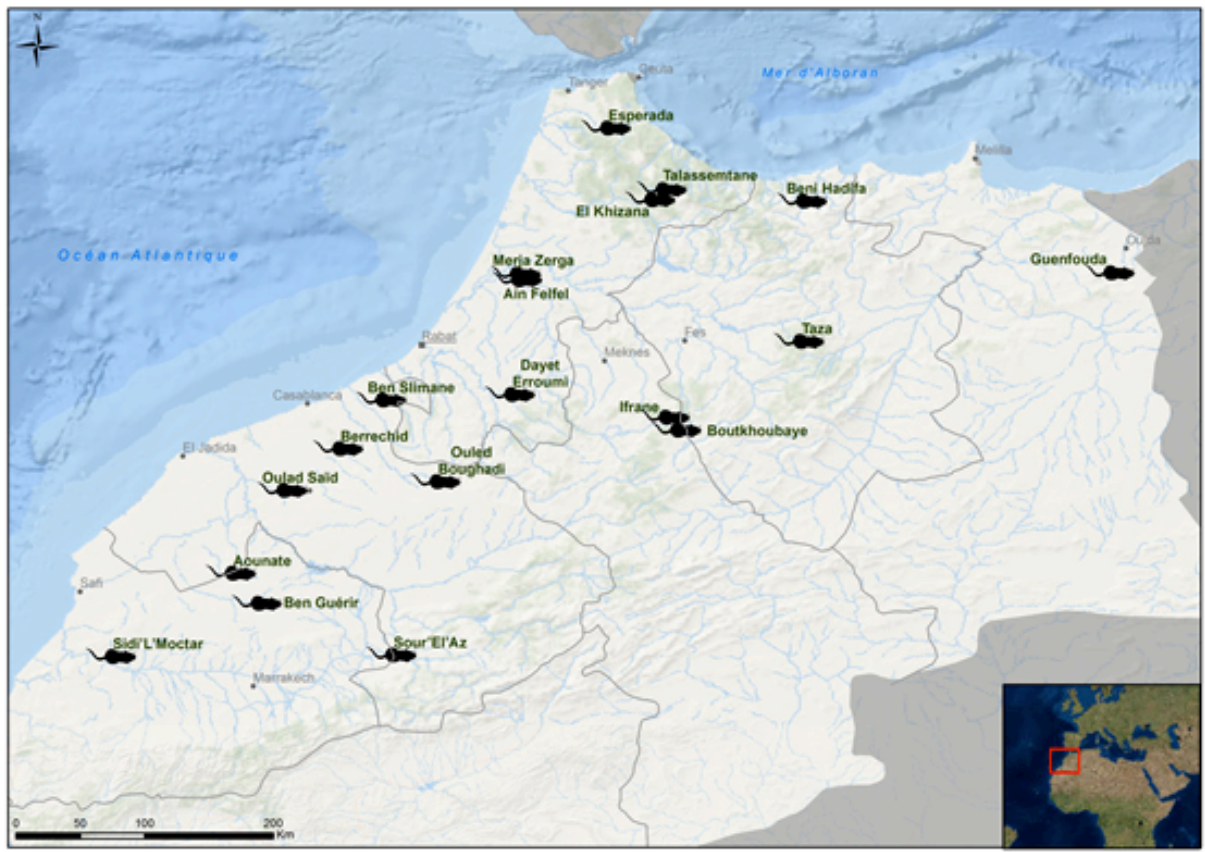


Figure 1 : Localisation géographique des localités prospectées au Maroc septentrional.
Figure 1 : Map of the different localities of Norther Morocco sampled during this work

Après leur capture, nous avons procédé à la détermination de l'espèce et du sexe avec une brève description de la morphologie externe avant de prendre diverses mesures standard telles que la masse (g), les longueurs tête + corps (mm), de la queue (mm), du pied postérieur (mm) et de l'oreille (mm) (cf. Stoetzel *et al.* 2012) et certains animaux ont été sacrifiés. Les identifications ont été réalisées sur le terrain à l'aide de la clef d'identification d'Aulagnier & Thévenot (1986), puis confirmées ensuite par comparaisons avec le matériel des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et de l'Institut Scientifique de Rabat, et enfin par des analyses caryologiques et moléculaires pour la plupart des spécimens (Nicolas *et al.* 2014, ce volume, Lalis *et al.* sous presse, Gerbault Seurault *et al.* ce volume).

Les points GPS et des photos des paysages ont été pris pour chaque ligne de piège. Les espèces protégées ont été relâchées sur place après avoir effectué un prélèvement pour les analyses moléculaires. Au total 19 localités du Maroc côtier et central ont fait l'objet d'investigations (Fig.1) pour un total de 189 lignes de pièges (Tab. 1). Le détail des lignes est donné sur demande par correspondance.

Certaines localités sont situées dans des aires protégées, comme des Parcs Nationaux (Tazekka, Talassemtane), des Sites à Intérêt Biologique et Ecologique (Forêt de Aïn Felfel, Ben Slimane, Dayet Erroumi) et le Site Ramsar de Merja Zerga. Dans certaines zones, nous avons échantillonné à la fois dans des milieux anthropiques et naturels. Sont considérés ici comme anthropiques, les champs cultivés, les pâturages, les maisons et leurs abords. Les milieux naturels sont essentiellement constitués de forêts situées en zones

protégées avec, cependant, des états plus ou moins dégradés et les abords de la lagune de Merja Zerga. L'essentiel de l'effort de piégeage s'est concentré dans les milieux anthropiques avec 6160 nuits-pièges (NP) dans les champs et les pâturages et 257 NP dans les maisons. Un total de 1969 NP a été réalisé dans les zones naturelles (forêts ou lagune). Le détail des localités et des habitats est donné dans le tableau 1, le détail des captures par localité et par habitat dans le tableau 2 .

Les fréquences des différentes espèces de rongeurs, soricomorphes, érinacéomorphes et macroscélides par

localité ont été analysées au moyen d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) (Benzecri & Benzecri 1982) afin d'observer d'éventuelles associations fauniques au sein des différentes communautés de petits mammifères (Denys *et al.* 2005). Les localités recouvrant plusieurs habitats, notamment des forêts, et celles où un effort de piégeage a été porté dans les maisons ont été séparées. Par exemple, nous avons distingué « Genfouda maisons » de « Guenfouda cultures » et « Merja Zerga cultures » de « Merja Zerga lagune » et « Merja Zerga maisons » (Tab. 1).

Tableau 1 : Liste des localités prospectées au Maroc septentrional, coordonnées géographiques, régions, dates, habitats et pièges utilisés (Sherman: SH, grillagés : GR, pots enterrés : PF).

Table 1 : Surveyed localities in northern Morocco, geographic co-ordinates, regions, dates, habitats, and traps used during the surveys (SH : Sherman traps ; GR : wire traps, PF : pitfall traps)

Localité	GPS	Région	Période d'exploration	Habitats	Types de pièges
Aïn Felfel	N34.47-W06.15	Gharb-Chrarda-Beni Hssen	Avril 2011	Forêt dégradée	SH
Aounate	N32.42-W08.15	Doukkala	Mai 2010 + Août 2010	Champs cultivés	SH, GR
Ben Guérir	N32.21-W07.97	Marrakech-Tensift-Al Haouz	Avril 2010	Champs cultivés Maisons	SH, GR
Ben Slimane	N33.63-W07.10	Chaouia-Ouardigha	Avril 2010	Forêt dégradée	SH
Berrechid	N33.29-W07.40	Settat	Avril 2010	Champs cultivés Maisons	SH, GR, PF
Béni Hadifa	N35.02-W4.16	Tanger-Tétouan	Novembre 2010	Champs cultivés Forêt	SH, GR
Boutkhoubaye	N33.42-W05.04	Meknès-Tafilalet	Juillet 2010 + Avril 2011	Pâturages Milieux rocheux	SH, GR
Dayet Erroumi	N33.67-W6.20	Gharb-Chrarda-Beni Hssen	Avril 2011	Champs cultivés Maisons	SH, GR
Esperada	N35.53-W05.53	Tanger-Tétouan	Novembre 2010	Cultures	SH, GR
El Khizana	N35.03 – W05.22	Tanger-Tétouan	Novembre 2010	Forêt	SH, GR
Guenfouda	N34.52-W02.01	L'Oriental	Juin 2010	Champs cultivés Pâturages	SH, GR
Ifrane	N33.51-W05.12	Meknès-Tafilalet	Juillet 2010	Pâturages	SH
Merja Zerga	N34.51-W06.16	Gharb-Chrarda-Beni Hssen	Avril 2011	Lagune Champs cultivés Maisons	SH, GR, PF
Oulad Saïd	N33.00-W07.79	Settat	Avril 2010	Champs cultivés	SH, GR
Oued Zem/Ouled Boughadi	N33.06-W6.72	Khouribga	Avril 2011	Champs cultivés	SH, GR
Sidi'L'Mokhtar	N31,84-W8,99	Marrakech - Tensift - Al Haouz	Avril 2011	Champs cultivés Maisons	SH, GR
Sour'El'Az	N31,85- W7,03	Marrakech - Tensift - Al Haouz	Avril 2011	Champs cultivés	SH, GR
Talassemtane (Bouslimane)	N35.10-W5.14	Tanger-Tétouan	Novembre 2010	Forêt	SH, GR
Tazekka	N34.04-W04.18	Tazekka-Al Hoceïma-Taounate	Juillet 2010	Forêt Maisons	SH, GR

Tableau 2 : Effort de piégeage (Nuits pièges: NP, Nombre de captures: NC, Ratio NC/NP= rendement de piégeage en pourcentage) par localité et par habitat (Sherman, grillagés, pitfalls regroupés).

Table 2 : Trapping effort (trap nights : NP, Number of captures : NC, Ratio NC/NP : trapping success in percentage) per locality and habitat type (all types of traps gathered)

Localité	Champs cultivés- Pâturages		Maisons		Forêt ou lagune		Total NP	Total NC	% NC/NP
	NP	NC	NP	NC	NP	NC			
Aïn Felfel	0	0	0	0	355	48	355	48	13,5
Aounate	386	23	0	0	0	0	386	23	5,9
Ben Guérir	742	75	0	0	0	0	742	75	10,1
Ben Slimane	0	0	0	0	100	50	100	50	50,0
Berrechid	694	63	20	7	0	0	714	70	9,8
Béni Hadifa	431	61	0	0	0	0	431	61	14,2
Boutkhoubaye	581	49	0	0	0	0	581	49	8,4
Dayet Erroumi	240	42	0	0	0	0	240	42	17,5
Esperada	488	31	0	0	0	0	488	31	6,3
El Khizana	50	2	10	1	498	28	558	31	5,6
Guenfouda	494	16	151	18	0	0	645	34	5,3
Ifrane	242	60	0	0	0	0	242	60	24,8
Merja Zerga	573	56	10	8	328	13	911	77	8,5
Oulad Saïd	360	7	0	0	0	0	360	7	1,9
Oued Zem/Ouled Boughadi	151	33	0	0	0	0	151	33	1,6
Sidi'L'Mokhtar	304	5	0	0	0	0	304	5	1,6
Sour'El'Az + El Sahriz-barrage	364	41	0	0	0	0	364	41	11,2
Talassemtane (Boulimane)	0	0	0	0	450	32	450	32	7,1
Tazekka	60	17	66	16	238	96	364	129	35,4
TOTAL	6160	581	257	50	1969	266	8386	898	10,7

RESULTATS

Succès de piégeage

Nous avons obtenu 898 captures pour un total de 8386 nuits-pièges (tous milieux confondus), ce qui représente un succès de piégeage moyen de 10,7%. Le total des captures se décompose comme suit : 833 Rodentia, 56 Soricomorpha, 6 Erinaceomorpha, 2 Macroscelidea et 1 Carnivora (Fig.2). Le succès de piégeage est de 12,3% pour les pièges Sherman et grillagés contre 2,2% pour les pots enterrés. Les résultats sont contrastés en fonction des différents habitats.

Ainsi, le succès de piégeage varie de 3,9% dans la lagune de Merja Zerga, malgré un nombre de nuits pièges important (328 NP), à 80,0% dans les maisons pour un effort de piégeage faible (10 NP). Pour les autres milieux anthropiques, il est compris entre 1,6 et 24,8%, tandis que pour les forêts il varie de 5,6 à 50,0% (Tab. 2).

L'effort de capture et la saison de capture varient d'une localité à l'autre car notre but n'était pas d'effectuer un suivi écologique des populations. Il est à noter que, malgré un effort important, les rendements sont faibles dans l'Oriental en juillet 2010 (5,3%) et moyens lors des printemps 2010 et 2011 (1.6 à 9.3 %) période de reproduction des rongeurs.

Bilan des piégeages par groupe taxonomique

Les résultats diffèrent également en fonction des ordres de mammifères. Ainsi, nous avons capturé au total 9 espèces de rongeurs. Les Murinae *Mus spretus* et *Apodemus*

sylvaticus sont les plus abondants (Fig. 3) et représentent chacun 34% des captures. Plus rares sont les Gerbillinae *Meriones shawii* (16%) et *Gerbillus campestris* (4%), les Murinae commensaux *Mus musculus* (5%) et *Rattus* spp. (4%), l'autre Murinae *Lemniscomys barbarus* (2%) et le Gliridae *Eliomys munbyanus* (1%). Cette diversité des rongeurs varie selon les habitats. De plus, dans le cas de *Meriones shawii*, les captures ont été faites « au trou » plutôt qu'en ligne pour optimiser les rendements de piégeage de cette espèce.

Les musaraignes sont peu diversifiées dans la zone d'étude. Nous avons capturé 56 individus présentant une grande variabilité morphologique qui, après vérification par les analyses moléculaires, se sont avérés n'appartenir qu'à l'espèce *Crocidura russula* (Nicolas *et al.* ce volume).

Pour les Erinaceomorpha, *Atelerix algirus* est relativement abondant et 6 individus ont pu être capturés dans six localités, soit dans les forêts (Talassemtane, Ifrane) et dans les champs cultivés (Taza, Beni Hadifa, Merja Zerga, Bouachem). Nous n'avons obtenu que deux individus de l'ordre des Macroscelidea (*Elephantulus rozeti*) dans les zones semi-arides de l'Oriental (Guenfouda). Une belette (*Mustela nivalis*) a été capturée dans la zone d'inondation de la Merja Zerga.

Bilan des piégeages selon les habitats

Habitats anthropiques : milieux cultivés et pâturages

Les milieux cultivés et pâturages offrent une diversité en rongeurs qui varie de 1 à 7 espèces (Tab. 3). La diversité spécifique y varie de 1 à 7 espèces, la localité la plus riche étant Ben Guérir (Maroc central) avec 7 espèces, suivie par Béni Hadifa, Esperada, Ifrane, Tazekka avec 6 espèces. Dans ces milieux, *Mus spretus* (33,7 %) domine *Apodemus sylvaticus* (22,1 %), sauf dans les localités du Maroc central où *Meriones shawii* (23,7%) est bien représentée. *Lemniscomys barbarus* n'a été capturé que dans 4 localités du nord et du centre du Maroc (Aounate, Dayet Erroumi, Ben Guérir, Esperada). *Gerbillus campestris*, qui n'a pas été capturée dans les milieux forestiers, l'a été dans 8 localités de l'Oriental (Guenfouda), du littoral méditerranéen (Esperada), du littoral atlantique (Merja Zerga) et du Maroc central (Aounate, Ben Guérir, Bouthroubaya, Sidi L'Mokhtar, Sour El Az). A la Merja Zerga, *G. campestris*

n'a été capturée que dans les champs d'arachides et de fèves sur sol sableux non irrigués ou dans un petit ravin.

Habitat anthropiques : maisons

Dans toutes les localités échantillonnées, nous avons eu le souci de connaître les espèces commensales en piégeant dans les habitations et leur proximité immédiate (Tab. 4). L'effort d'échantillonnage a été faible (257 NP) mais suffisant pour confirmer la présence de *M. musculus domesticus* ainsi que de *Rattus rattus*, et l'absence de *Mus spretus*. Dans deux situations, autour de maisons abandonnées comme à Guenfouda ou à Tazekka, nous avons capturé deux rongeurs qui ne sont pas signalés comme commensaux (*A. sylvaticus* et *M. shawii*).

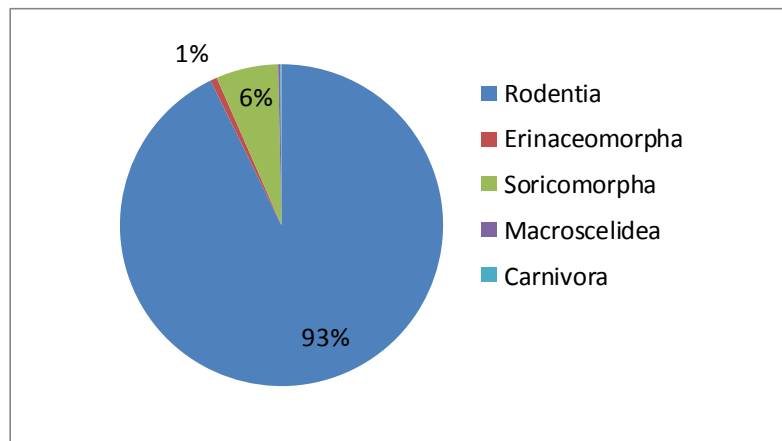


Figure 2 : Pourcentages de captures des différents ordres de mammifères dans différentes localités du Maroc septentrional en 2010-2011 (n = 898).

Figure 2 : Percentage of captures per mammalian order in the different localities of northern Morocco in 2010-2011 (n = 898).

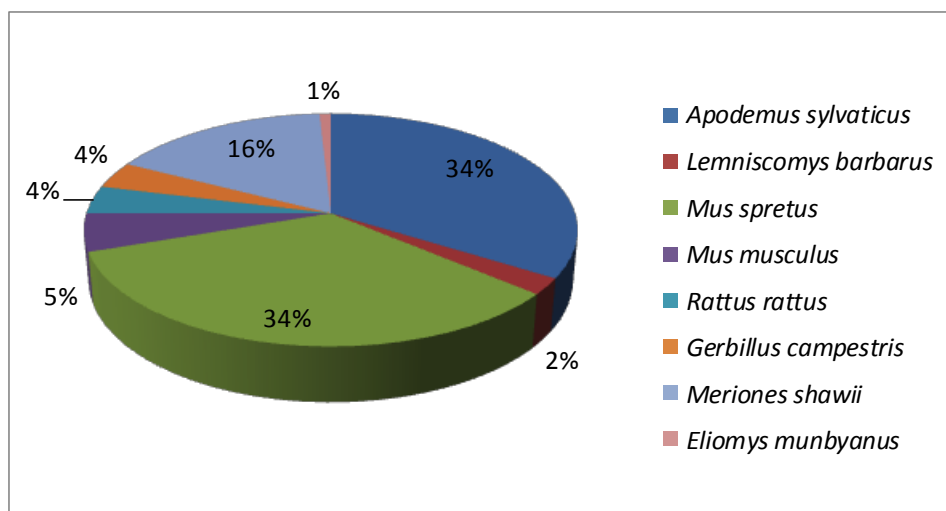


Figure 3 : Pourcentages de capture des espèces de rongeurs dans différentes localités du Maroc septentrional en 2010-2011 (n = 833).

Figure 3 : Percentages of captures of each rodent species for the all Moroccan localities sampled between 201-2011 (n = 833).

Tableau 3 : Bilan des captures par localité dans les milieux cultivés et pâturages.

Table 3: Small mammals captures per cultivated and pastured habitats of each locality.

Espèces/ Localités	<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Mus spretus</i>	<i>Mus musculus</i>	<i>Lemniscomys</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Gerbillus campestris</i>	<i>Meriones shawii</i>	<i>Eliomys munbyanus</i>	<i>Crocidura russula</i>	<i>Atelerix algeris</i>	Total
Aounate		14		4		5					23
Ben Guérir		27	7	1	8	2	29		1		75
Béni Hadifa	27	28			1			1	3	1	61
Berrechid		53	6						3		62
Boutkhoubaye	28					1	19	1			49
DayetErroumi		31	1	1					4		37
El Khizana		2									2
Esperada	9	1		13		3		3	2		31
Guenfouda						4	10				14
Ifrane	28	26			1			1	4		60
MerjaZerga cultures	0	37	1		2	9			5	2	56
Ouled Boughadi							33				33
Oulad Saïd		6	1								7
Sidi L'Mokhtar		1				2	2				5
Sour'El'Az		1	1			5	34				41
Tazekka cultures	8	1	4		3					1	17
Total	120	183	21	17	21	21	129	10	18	3	581

Tableau 4 : Bilan des captures dans les maisons fermées (granges, étables, habitations abandonnées notées d'une astérisque * entourées soit de champs cultivés à Guenfouda ou de forêt en régénération à Tazekka).

Table 4: Small mammals captures in closed buildings (barns, byres, abandoned houses noted with an asterisk * either surrounded by cultivated fields at Guenfouda or regenerating forest at Tazekka).

Espèces	Berrechid	Guenfouda*	Tazekka*	El Khizana	Merja Zerga
<i>Apodemus sylvaticus</i>			2		
<i>Mus musculus</i>	3	1	11	1	7
<i>Rattusrattus</i>	4	7	3		1
<i>Meriones shawii</i>		10			

Habitats naturels : forêts

Dans les forêts, où nous n'avons utilisé que des pièges Sherman, les deux rongeurs les plus abondants sont *A. sylvaticus* (65,3% des captures) et *M. spretus* (24,8%), suivis par la musaraigne *C. russula* (8,2 %) (Tab. 5). La diversité dans ces milieux est très faible (de 2 à 4 espèces sans compter *A. algirus* attrapé accidentellement dans nos pièges peu adaptés à sa capture). Dans les lignes posées dans les zones de forêts bien préservées, comme à Tazekka, Aïn Felfel, Talassemrane et El Khizana, *A. sylvaticus* est dominant et accompagné de seulement deux espèces de micromammifères (*M. spretus* et *C. russula*). Dans la forêt dégradée de Ben Slimane, c'est *Mus spretus* qui est plus fréquemment capturée qu' *A. sylvaticus*. *Eliomys munbyanus* n'a été trouvé qu'aux abords du gouffre de Friouato dans un milieu rocheux arboré (Tazekka) ou en forêt dégradée (Ben Slimane), mais sa présence dans les pièges ne reflète pas forcément son abondance puisque cette espèce est

préférentiellement arboricole. Les musaraignes, peu abondantes, ont été capturées dans les zones de buissons bas proches de petits points d'eau, ou dans les forêts de chênes-lièges (Aïn Felfel, Tazekka).

Habitat naturel : lagune

Les résultats des piégeages effectués dans la lagune de Moulay Bousselham (Merja Zerga) sont reportés dans le tableau 6. Les petits mammifères proviennent de lignes de pièges Sherman et pitfalls disposées dans les zones périodiquement inondées servant à certains moments de pâtures ou des zones humides couvertes de juncs et de salicornes. Une diversité de 4 espèces est observée dans la lagune parmi lesquelles *M. spretus* (8,3 %) est le rongeur dominant suivi par *C. russula* (66,6 %). *R. norvegicus* est abondant dans les milieux inondés de la lagune (nombreuses empreintes relevées mais un unique individu capturé à la main). Une comparaison a été effectuée avec le résultat de piégeages effectués en 2007 par Stoetzel *et al.* (2010) à Sidi

Boughaba qui montrent également la forte proportion de *M. spretus* dans ces zones du littoral.

Tableau 5 : Bilan des captures par localité dans les forêts.

Table 5 : Small mammals captures per forests localities

Espèce/ Localité	<i>Mus spretus</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Eliomys munbyanus</i>	<i>Crocitdura russula</i>	<i>Atelerix algirus</i>	Total
Ben Slimane	35	7	1	7	0	50
Aïn Felfel	0	37	0	11	0	48
Talassemtane	12	19	0	0	1	32
Tazekka	13	79	2	2	0	96
El Khizana	3	24	0	1	0	28
Total	63	166	3	21	1	254

Structure des communautés de micromammifères

Une AFC a été réalisée sur le tableau des nombres de captures des Rodentia, Soricomorpha, Erinaceomorpha et Macroscelidea (898 individus, 27 habitats pour 19 localités, 11 espèces). Le graphe des axes 1 et 2 de l'analyse exprime 47,8% de la variance totale (Fig. 4). Les variables qui contribuent le plus à l'analyse sont les nombres de captures de *M. shawii* et *A. sylvaticus* (axe 1) et *M. spretus* (axe 2). L'axe 1 distingue la localité de l'Oriental (Guenfouda) et deux localités où *M. shawii* est très largement majoritaire dans les captures. L'axe 2 sépare les localités forestières

regroupées autour d'*Apodemus sylvaticus* des habitats très anthropisés caractérisés par l'abondance de *Mus musculus* et *Rattus rattus*. *M. musculus domesticus* a, également, une forte contribution sur l'axe 3 (non représenté). *Mus spretus* est au cœur d'un ensemble de points comprenant les champs cultivés et pâturages du Maroc atlantique. Les lagunes ne semblent pas héberger de communauté particulière et se retrouvent avec ces zones anthropisées. *A. sylvaticus* domine en forêt et *M. spretus* dans les champs cultivés et pâturages, ces deux espèces apparaissent inversement abondantes dans les habitats ouverts et fermés. La localité forestière de Ben Slimane est groupée avec les localités anthropisées, ce qui reflète son état dégradé.

Tableau 6 : Bilan des captures dans les lagunes : Merja Zerga (ce travail) et Sidi Boughaba (Stoetzel et al. 2010)

Table 6 : Captures of small mammals in lagoons : Merja Zerga (this work) and Sidi Boughaba (Stoetzel et al. 2010).

Espèces	Merja Zerga	Sidi Boughaba
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	1
<i>Mus spretus</i>	1	28
<i>Mus musculus</i>	0	0
<i>Rattus rattus</i>	0	1
<i>Rattus norvegicus</i>	1	0
<i>Gerbillus campestris</i>	0	2
<i>Crocitdura russula</i>	8	6
<i>Atelerix algirus</i>	2	0
Total :	12	38

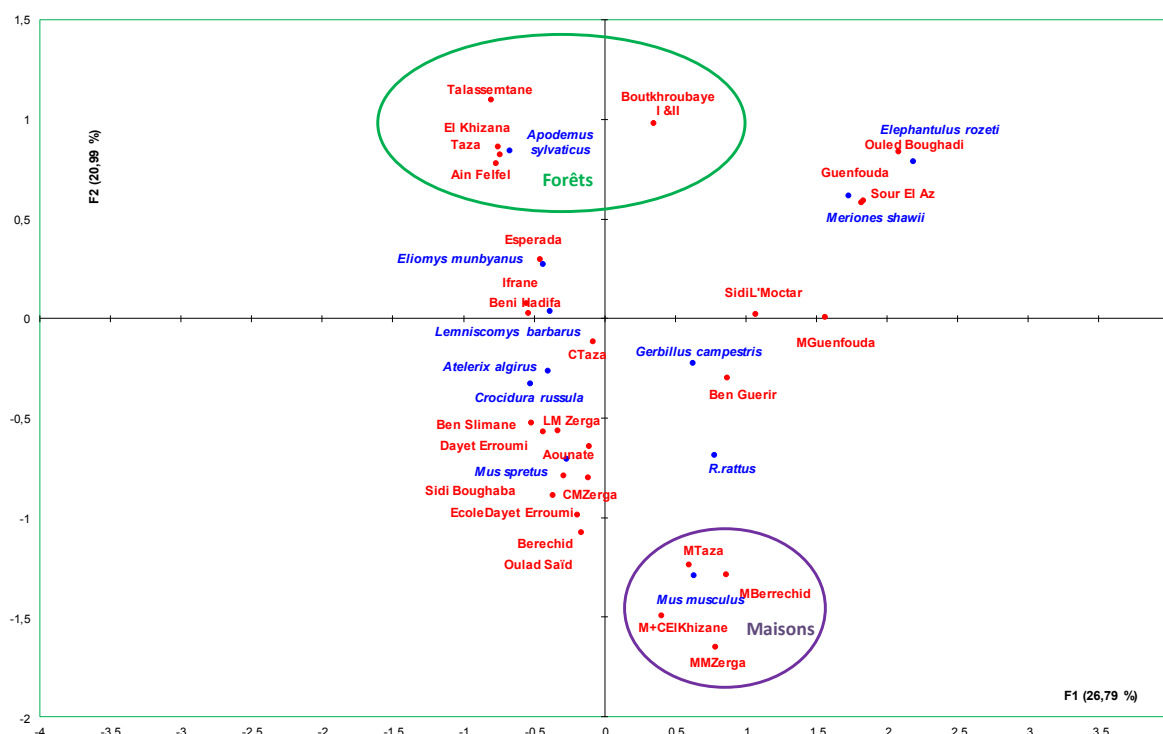


Figure 4 : Graphes des axes 1 et 2 de l'AFC effectuée sur les captures de petits mammifères dans 27 habitats correspondant à 19 localités du Maroc septentrional en rouge, 11 taxons en bleu, M : maisons, C : champs L : lagune.

Figure 4 : Graph of axes F1 and F2 of the Correspondence analysis (AFC) performed on the small mammals in 27 habitats corresponding to 19 localities sampled during our survey in Northern Morocco. Taxa are in blue, Maisons : houses, Cultures : cultivated fields, L : lagoons.

Afin de vérifier ce résultat, nous avons comparé avec les données de la littérature et celles de nos piégeages dans différentes régions du Maroc et d'Algérie (Tab. 7). Afin de définir un indice permettant de connaître soit le degré de dégradation d'une forêt, soit le taux d'ouverture du milieu qui serait utilisable pour la conservation ou pour les analyses paléontologiques (recherche des causes environnementales ou anthropiques de la 6^{ème} extinction), nous avons calculé le

rapport des fréquences de *Mus spretus*/*Apodemus sylvaticus* pour différentes localités du Maghreb (Tab. 7).

Ce ratio est égal à 0 ou 0,05 pour les forêts protégées comme Talassemrane et Aïn Felfel ainsi qu'en Kabylie dans les Monts du Djurdjura ; les proportions de *Mus* sont plus élevées dans les forêts dégradées de Ben Slimane (5,00), Tazekka (0,16), Zeralda (1,67). Ce ratio ne peut pas être calculé pour les zones où le mulot est absent, il oscille entre 1 et 59,5 % dans les agroecosystèmes.

Tableau 7 : Tableau des ratios Mus/Apodemus dans différents milieux du nord du Maroc (captures : Ben Slimane, El Khizana, Tazekka, Béni Hadifa, Esperada et Ifrane ; pelotes : Oulmes et Oued Korifla, Aulagnier et al. 1999), de différents milieux de Kabylie (Algérie) (champs cultivés entre 0 et 600m, forêts de chênes, oliviers, pins entre 600 et 780m, forêts de cèdres, chênes au-dessus de 1500m, Khidas 1993), du littoral près d'Alger (Zeralda données non publiées) et du Cap Djinet (Algérie, Hamani in Amrouche Larabi et al. ce volume).

Table 7: Ratios Mus/Apodemus in different habitats and regions from North Morocco (our captures : Ben Slimane, El Khizana, Tazekka, Béni Hadifa, Esperada and Ifrane ; pellets : Oumes and Oued Korifla, Aulagnier et al. 1999) ; different habitats of Kabylie (Algeria) (cultivated fields between 0 and 600 m altitude, oak forests, olive tree and pine forests between 600-800m, cedar tree forest, oak forest above 1500m after Khidas, 1993) ; from the Alger coast (Zeralda unpublished data and Cape Djinet (Hamani in Amrouche Larabi et al. This volume).

Forêts	Aïn Felfel	Ben Slimane	El Khizana	Talassemtane	Tazekka	Oulmes	Kabylie	Zeralda
<i>Mus spretus</i>	0	35	3	0	13	(127)	2	5
<i>Apodemus sylvaticus</i>	37	7	24	31	81	64	41	3
Ratio M/A	0	5,00	0,13	0	0,16	1,98	0,05	1,67
Champs cultivés/pâturages	Ben Guérir	Béni Hadifa	Esperada	Berrechid	Ifrane	Oued Korifla	Kabylie	Cap Djinet
<i>Mus spretus</i>	27	28	1	53	25	4179	23	18
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	27	8	0	42	46	7	15
Ratio M/A	NA	1,04	0,13	NA	0,60	90,95	3,29	1,20

DISCUSSION

Succès de piégeage

Nous avons obtenu des rendements de piégeages très variables suivant les différents pièges et habitats. Le taux de succès dans les pièges Sherman a été de 12,3% contre 2,2 % dans les pots enterrés. Peu d'études utilisant ces types de pièges sont connues pour l'Afrique du Nord, notons que dans le Maroc septentrional (Sidi Boughaba), Stoetzel *et al.* (2010) avaient obtenu de 11 à 37% de succès avec des pièges Sherman et grillagés ainsi que 7,5% avec des pots enterrés. A Guelmim (Maroc méridional), Zaïme & Pascal (1988) avaient obtenu 11,2% de succès à l'aide de pièges grillagés (Manufrance) et Khidas (1993) au Djurdjura (Kabylie, Algérie) de 11 à 37% de captures à l'aide d'un mélange de 50 tapettes et 40 pièges Sherman. Il est bien connu que les rendements sont plus élevés dans les pièges de tous types (grillagés ou fermés) que dans les pots enterrés (Nicolas & Colin 2006, Torre *et al.* 2010). Cependant, ces derniers sont considérés comme indispensables pour attraper soit des espèces semi-arboricoles ou fouisseuses soit les musaraignes (Nicolas & Colin 2006, Torre *et al.* 2010, Umetsu *et al.* 2006), notamment *Suncus etruscus* (Torre *et al.* 2010). Ils ne sont pas adaptés pour les espèces sauteuses ou bonnes grimpeuses comme par exemple *Apodemus sylvaticus* (Walters 1989).

Bilan des piégeages par groupes taxonomique

Malgré un effort conséquent de piégeage, nous avons obtenu une diversité spécifique faible (11 espèces au total) alors que parmi les micromammifères terrestres du Maroc les rongeurs, soricomorphes, erinacéomorphes et

macroscelides représentent 41 espèces selon les derniers travaux (Thévenot & Aulagnier 2006). En ce qui concerne les Erinacéomorphes, nous avons capturé l'espèce la plus abondante *Atelerix algirus* qui est rencontrée de 0 à 200m au Maroc dans la plupart des habitats explorés au cours de notre inventaire. Nous n'avons pas capturé la deuxième espèce présente au Maroc *Paraechinus aethiopicus* rencontré plus au sud. En ce qui concerne les rongeurs, les espèces typiques de milieux plus arides comme *Jaculus jaculus*, *Psammomys obesus*, *Pachyromys duprasi*, *Gerbillus gerbillus*, *G. tarabuli*, *Meriones libycus* ou *M. crassus*, comme *Atlantoxerus getulus*, *Jaculus orientalis* n'a pas été capturée dans les pièges utilisés, probablement en raison de sa taille et de son mode de vie, sa présence est connue dans les milieux semi-arides du Maroc oriental (Aulagnier & Thévenot 1986) et attestée par l'étude de pelotes de régurgitation de *Bubo ascalaphus* à Guenfouda (une mâchoire). De même, d'autres espèces de rongeurs sont présentes au Maroc septentrional dans les régions échantillonnées par nos soins, comme *Gerbillus maghrebi* dont le type provient de Taounate sur le versant sud des montagnes du Rif, vit dans les plaines du Gharb, du Saïa, de la Chaouïa jusqu'aux Jbilet au nord de Marrakech (Aulagnier *et al.* 1993, Rihane 2006, Aulagnier 2008, Dupuy 2012). Cette espèce est pourtant présente dans les assemblages de pelotes de régurgitation de rapaces nocturnes de la plupart des régions prospectées (Aulagnier & Thévenot 1986, Aulagnier *et al.* 1999, Rihane, 2003, 2004, 2006). Son absence lors de nos piégeages est, très certainement, due au fait que, soit nous n'avons pas échantillonné son habitat, soit qu'elle est difficilement

capturable par les types de pièges ou d'appâts utilisés (le nombre de gerbilles est faible dans nos échantillons). Lors de nos campagnes de capture, des lots de pelotes de régurgitation ont été collectés aux mêmes périodes dans les mêmes environnements que les zones de piégeage. Une première analyse (E. Stoetzel) sur les pelotes récoltées à Berrechid a révélé la présence de restes osseux de *Gerbillus maghrebi*. Nous n'avons pas, non plus, piégé *Gerbillus simoni* dont le type provient de l'Oued Magra (Algérie) et dont la présence est attestée au Maroc à Aïn Benimathar dans l'Oriental (80km au sud de Guenfouda, Schlitter & Setzer 1972). Cette espèce rare est rencontrée dans les montagnes de l'atlas et les hauts plateaux algériens (Aulagnier *et al.* 2008b), son habitat est assez mal connu.

Dans le Maroc septentrional en plus de *Crocidura russula*, que nous avons capturée en nombre, vit une autre musaraigne endémique du nord-ouest de l'Afrique du Nord : *Crocidura whitakeri*. Elle vit dans les habitats secs et rocheux (steppe et semi-désert) mais elle est également trouvée dans les dunes côtières sableuses (Vogel *et al.* 2000, Hutterer *et al.* 2008). Elle est, également, fréquemment rencontrée dans les pelotes de régurgitation de *Tyto alba* (Aulagnier *et al.* 1999) et a été signalée par ces auteurs à Merja Zerga. Nous n'avons pas piégé *Suncus etruscus* dont la petite taille (35 à 45 mm de longueur corporelle et un poids de 3g) peut être inférieure au poids requis pour déclencher le mécanisme des pièges Sherman (Libois & Fons 1999), les plus petits spécimens capturés lors de nos sessions de piégeage étaient une *Mus spretus* juvénile de 4g et deux *M. musculus domesticus* de 5,5g. En région méditerranéenne, cette espèce est connue pour fréquenter les habitats anthropophiles ainsi que les forêts ouvertes de chênes et de pins. Elle évite les dunes de sable et les zones intensément cultivées (Aulagnier *et al.* 2008c). Ces deux espèces pourraient souffrir du développement des activités agricoles observé dans le nord du Maroc et le statut de leurs populations est assez mal connu (Aulagnier & Thévenot 1986, Hutterer 1986).

En conclusion, il reste un effort de piégeage important à fournir afin de mieux connaître la taille des populations et les micro-habitats de certaines espèces. Le dépouillement et l'étude de tous les lots de pelotes collectés pendant l'inventaire de 2010 à 2012 permettra de conclure quant à l'éventuelle présence ou absence de ces espèces rares dans les biotopes échantillonnés, et à la difficulté à les capturer avec les types de pièges utilisés pour cette étude.

Habitat et diversité des petits mammifères

Il est connu que la diversité des petits mammifères augmente avec la pluviométrie et le couvert végétal. En effet, soumis à forte pression de prédation (rapaces nocturnes, diurnes, petits carnivores), ils ont besoin d'abris pour se déplacer et gîter. Nos inventaires de terrain ont exploré les zones sub-humides et semi arides du Maroc septentrional pour lesquels nous ne trouvons pas de réelle différence de diversité. Les forêts ont livré 5 espèces de micromammifères dont 3 rongeurs, les champs cultivés et pâturages ont permis la capture de 10 espèces dont 8 rongeurs, les maisons de 4 espèces (4 rongeurs), la lagune de Moulay Bousselham (Merja Zerga) de 4 espèces également. Les données de piégeages effectuées en 2007 dans les mêmes régions du Maroc rapportaient la capture de

2 à 5 espèces de micromammifères dont 1 à 4 rongeurs (Stoetzel *et al.* 2010). En Algérie, suite à un effort de piégeage conséquent, Amrouche Larabi *et al.* (ce volume) ont obtenu 10 espèces de rongeurs dont 6 dans leurs pièges Sherman. Dans la région de Tiaret, Adamou-Djerbaoui *et al.* (ce volume) ont capturé 7 espèces de rongeurs mais la diversité variait de 2 à 5 selon les milieux, plus forte le long d'un oued, plus faible dans un sol aride à Chenopodiacees. Selon Khidas (1993), la diversité et l'abondance des rongeurs est plus forte dans les milieux à vocation agricole, ce que confirme ce travail.

Dans l'ensemble, les assemblages de pelote de régurgitation de rapaces livrent une diversité équivalente ou supérieure à celle des piégeages et leurs sont complémentaires (Aulagnier *et al.* 1999, Saint Girons & Petter, 1953, Saint Girons *et al.* 1974, Thouy 1984, Torre *et al.* 2010.). Un rapide examen de la littérature montre l'obtention de 4 à 7 espèces de micromammifères dont 2 à 4 rongeurs pour *Asio otus* à Sidi Chiker (Dupuy 2012), d'au moins 5 à 10 espèces dans les pelotes de *T. alba* du Maroc nord atlantique (Saint Girons & Petter 1953, Aulagnier *et al.* 1999) : Oued Cherrat, Ezzhiliga et Moulay Bousselham nord (5 espèces), Moulay Bousselham sud et Berrechid (6 espèces), Oulmès, Oued Nefifik, Oued El Maleh et Oued Yquem (7 espèces), Aïn Tirzi (8 espèces), Bou r'Kais (9 espèces) et Oued Korifla (10 espèces) pour les lots de plus de 250 proies. Enfin, des pelotes de grand-duc ascalaphe de ces régions livrent entre 3 et 5 espèces de rongeurs plus 1 à 2 soricomorpha, erinaceomorpha, macroscelidea (Lesne & Thévenot 1981). En moyenne, le rayon de chasse d'une effraie ou d'un grand-duc varie de 5 à 15 km (Andrews 1990) et ces rapaces explorent différents habitats au cours de leurs chasses nocturnes. La comparaison de la diversité contenue dans les assemblages de pelotes ne permet pas toujours de caractériser l'habitat spécifique des proies (Andrews 1990) contrairement aux piégeages. Cependant, les lots de pelotes où la diversité des rongeurs et des soricomorpha était la plus forte provenaient des milieux cultivés.

Structure des communautés

Ce travail montre que la communauté des rongeurs est dominée par la présence de *Mus spretus* et *Apodemus sylvaticus* en proportions variables suivant les habitats. Plusieurs travaux ont montré l'existence d'un recouvrement de niche entre *Mus spretus* et *Apodemus sylvaticus* en Algérie, dans le sud de la France et en Espagne (Cassaing & Croset 1985, Fons *et al.* 1988, Khidas *et al.* 1999, 2002). Au Maroc, sur 32 lots de pelotes de Chouette effraie du Maroc Nord-Atlantique, Aulagnier *et al.* (1999) signalent la dominance de *Mus spretus* (56,7%) suivie par *Gerbillus* spp. (8,8%) et *Crocidura* spp. (6,5%). *Apodemus sylvaticus* n'est pas présent dans tous les assemblages. Il cohabite (en faible nombre) avec *Mus spretus* dans le régime alimentaire de *Tyto alba* dans 6 localités. Cette cohabitation se fait, à priori, sans interactions agressives bien que les deux espèces aient un régime alimentaire semblable (Bauduin *et al.* 2013). Khidas *et al.* (2002) ont montré qu'en Kabylie l'abondance du mulot s'explique par la présence de végétation arborée basse mais dense et de la présence d'une couverture rocheuse. Selon ces auteurs, les perturbations humaines affectent *A. sylvaticus* ainsi que l'abondance relative de *M.*

spretus qui semble entrer ici en compétition avec ce dernier. En Algérie, *Mus spretus* était plus abondante dans la végétation avec peu d'arbres et un fort pourcentage de sol nu, et son abondance était forte dans les zones cultivées à forte densité de population (Khidas 1993). Au Maroc, la forêt de Ben Slimane, qui est une relique de la forêt de la Mamora avec ses hauts chênes entourés de larges clairières herbeuses surpâturées, semble également propice à *Mus spretus*, tandis que les forêts de chênes et de cèdres plus denses du Moyen Atlas, dans notre étude la région de Tazekka, sont préférées par *A. sylvaticus*. Harrich & Benazzou (1990) avaient signalé qu'*Apodemus sylvaticus* était le rongeur le plus abondant dans l'arbooretum de l'Oued Cherrate (zone côtière près de Rabat).

La proportion de *M. spretus* par rapport à celle d'*Apodemus sylvaticus* pourrait, donc, représenter un bon indicateur de la perturbation de certains environnements forestiers naturels, et une estimation de leur degré de dégradation. D'autres études, de suivi longitudinal des populations des deux espèces dans des zones naturelles et perturbées au Maroc, seront nécessaires pour affiner ce résultat.

Par ailleurs, nous confirmons par nos piégeages la séparation écologique entre *M. m. domesticus* et *M. spretus*. La première n'a été capturée que dans les maisons et les habitats ruraux proches (greniers, bergeries ...). La seconde est présente dans tous les habitats que nous avons échantillonnés qu'ils soient naturels ou anthropiques, mais elle n'a jamais été rencontrée dans les maisons. *Mus musculus domesticus* est originaire de l'est de la Méditerranée, elle est arrivée récemment au Maroc (env.3000ans, Bonhomme *et al.* 2011) où elle est commensale, elle ne semble pas avoir réussi à concurrencer *Mus spretus*, originaire du Maghreb trouvée dans la grotte de Témara dans des niveaux datés jusqu'à plus de 120.000 ans (Stoetzel *et al.* 2013). Dans le sud de la France, la souris sauvage est connue pour dominer la souris domestique par son agressivité (Orsini *et al.* 1982, Cassaing 1988) et elle pourrait constituer un frein à l'expansion de cette dernière. *Rattus rattus* est présent à la fois dans les champs et les maisons, tandis que *R. norvegicus* préfère les zones humides, où il peut occasionner des dégâts importants sur les œufs des oiseaux nicheurs (Aulagnier & Thévenot 1986). La présence de nombreuses traces de ce dernier dans les zones inondables de la lagune de la Merja Zerga au printemps confirme son rôle potentiel de prédateur des oiseaux nicheurs limicoles protégés dans la zone qui constitue un site de reproduction et de pause migratoire pour de nombreuses espèces (Qninba *et al.* 2006).

En ce qui concerne les rongeurs Gerbillinae, dont deux espèces (*G. campestris* et *M. shawii*) sont connues pour leurs pullulations périodiques dans les zones cultivées en Afrique du Nord (Giban & Haltebourg 1965, Haltebourg 1968, Bernard, 1977, Rödel 1980, Zaime & Gautier 1988, Zyadi & Benazzou 1992, Adamou-Djerbaoui *et al.* 2010), nous ne les avons pas observé en abondance lors de nos investigations d'avril 2010 à avril 2011. Plusieurs études ont montré la cyclicité de l'abondance des rongeurs et de leurs prédateurs (Delattre *et al.* 1992, Stenseth 1999), mais les causes et la périodicité de ces derniers ne sont pas encore bien connues (Boonstra *et al.* 1998, Lambin *et al.* 2006). Au Maroc, des

études approfondies de ce cycle sur plusieurs années seraient nécessaires à la compréhension des mécanismes de pullulations et au développement de méthodes de lutte biologique (Singleton *et al.* 2003). Cependant, il est également important de noter que des campagnes importantes d'utilisation de pesticides dans les champs cultivés et les friches avoisinantes avaient été réalisées dans les zones d'étude l'année précédant nos campagnes de captures, pouvant également expliquer le faible succès de piégeage.

REMERCIEMENTS

Ces missions de terrain ont été réalisées avec l'aval du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (autorisations n° 15 HCEFLCD / DLCDPN / DPN / CFF), dans le cadre d'une convention de collaboration entre l'Institut Scientifique de Rabat et le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. Nous remercions l'Institut Scientifique de Rabat, pour son aide et son soutien, ainsi que pour avoir mis à notre disposition les stations de recherche de Berrechid et d'Ifrane. Ce projet a été financé par le programme ANR- PEX -004 : MOHMIE. Nous remercions les responsables et techniciens des eaux et forêts (Mr. Ouchtarmoun Moha (Jerada), Mr. Aziz Rahmouniet Mr Lakhloufi Mohamed « chef-mulot » (Bab-Boudir, Tazekka), Mr Hamida et ses fils (Merja Zerga), Mr. Ouardigh Mustapha (Ain Felfel), pour leur aide sur le terrain. Makhlouf Sekour (Université de Ouargla, Algérie) est remercié pour son aide pour la mission de juin 2010 (Ifrane). Maxime Cammas a réalisé la figure 1. Idir Bitam (Université d'Alger), Karim Souttou (Université de Djelfa), Prof. S. Doumandji (Institut National Recherche Agronomique, El Harrach), Adel Hamani nous ont apporté leur aide précieuse pour la mission dans la réserve cynégétique de Zeralda et les données du Cap Djinet (Algérie) réalisées lors du projet PHC Tassili (09 mdu755).

REFERENCES

- Adamou-Djerbaoui M., Labdelli F., Djelaila Y., *et al.* Ce volume Inventaire des rongeurs dans la région de Tiaret
- Adamou-Djerbaoui M., Djelaila Y., Adamou M.S *et al.* 2010. Préférence édaphique et pullulation chez *Meriones shawii* (Mammalia, Rodentia) dans la région de Tiaret (Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 65, 63-72.
- Amrouche L., Denys C., Boukhemza M. *et al.* Ce volume. Inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien.
- Aulagnier S. 1992. *Zoogéographie des Mammifères du Maroc : de l'analyse spécifique à la typologie de peuplement à l'échelle régionale*. Thèse d'Etat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 236 p.
- Aulagnier S. 2008. *Gerbillus maghrebi*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 26 June 2015.
- Aulagnier S., Barreau D. & Rocher A. 1993. *Dipodillus maghrebi* Schlitter et Setzer, 1972 et *Gerbillus campestris* Levaillant, 1857 (Rodentia, Gerbillidae) dans le nord du Maroc : morphologie et biométrie crâniennes, éléments de répartition. *Mammalia*, 57, 35-42.
- Aulagnier S., Bayed A., Cuzin F. *et al.* ce volume. Mammifères du Maroc : extinctions et régressions au cours du XXe siècle.
- Aulagnier S., Granjon L., Amori G. *et al.* 2008c. *Gerbillus simoni*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 26 June 2015.

- Aulagnier S., Haffner P., Mitchell-Jones A.J. *et al.* 2008a. *Guide des Mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris, 271 p.
- Aulagnier S., Hutterer R., Jenkins P. *et al.* 2008b. *Suncus etruscus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 26 June 2015.
- Aulagnier S. & Thévenot M. 1986. *Catalogue des Mammifères sauvages du Maroc*. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, 41, 1-163.
- Aulagnier S., Thévenot M. & Gourves J. 1999. Régime alimentaire de la Chouette effraie, *Tyto alba*, dans les plaines et reliefs du Maroc nord-Atlantique. *Alauda*, 67(4), 271-351.
- Bauduin S., Cassaing J., Issam M. *et al.* 2013. Interactions between the short-tailed mouse (*Mus spretus*) and the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*): diet overlap revealed by stable isotopes. *Canadian Journal of Zoology*, 91, 102-109.
- Belazzoug S. 1986. Découverte d'un *Meriones shawi* (Rongeur, Gerbillidé) naturellement infesté par *Leishmania* dans le nouveau foyer de leishmaniose cutanée de Ksar Chellala (Algérie). *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, 79, 630-633.
- Benazzou T. 1997. *Etude nationale de la biodiversité. Mammifères*. Rapport non publié Octobre 1997, 184 pp.
- Benzécri J.P. & Benzécri F. 1982. L'analyse des données. Tomes I & II. Dunod, Paris, 632 p.
- Bernard J. 1977. Damage caused by the rodents Gerbillidae to agriculture in North Africa and countries of Middle East. *Eppo Bulletin*, 7, 283 - 296.
- Bitam I., Baziz B., Evritt A. *et al.* 2006. Zoonotic focus of plague, Algeria. *Emerging Infectious Diseases*, 12 (12), 1971-73.
- Bonhomme F., Orth A., Cucchi T. *et al.* 2011. Genetic differentiation of the house mouse around the colonization Mediterranean basin: matrilineal footprints of early and late colonization. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 278, 1034-1043.
- Boonstra R., Krebs C. J. & Stenseth N. C. 1998. Population cycles in small mammals: The problem of explaining the low phase. *Ecology* 79, 1479-1488.
- Boratyński Z., Brito J.C., Mappes T. *et al.* 2012. The origin of two cryptic species of African desert jerboas (Dipodidae : *Jaculus*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 435-445.
- Cassaing J. 1988. Structure spatiale de diverses populations de souris ouest-méditerranéennes (*Mus musculus domesticus* et *Mus spretus*). *Sciences et Techniques d'Animalerie et de Laboratoire*, 13, 111-114.
- Cassaing J. & Croset H. 1985. Organisation spatiale, compétition et dynamique des populations sauvages de souris (*Mus spretus* Lataste et *Mus musculus domesticus* Ruddy) du Midi de la France. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 50, 271-284.
- Cheylan G. 1991. Patterns of Pleistocene turnover, current distribution and speciation among Mediterranean mammals. In R.H. Groves & F. Di Castri (eds) : *Biogeography of Mediterranean invasions*. Cambridge University Press, Cambridge, 227-262.
- Cosson J. F., Hutterer R., Libois R. *et al.* 2005. Phylogeographical footprints of the Strait of Gibraltar and Quaternary climatic fluctuations in the western Mediterranean: a case study with the greater white-toothed shrew, *Crocidura russula* (Mammalia: Soricidae). *Molecular Ecology* 14, 4, 1151-1162.
- Delattre P., Giraudoux P., Baudry J. *et al.* 1992. Land-Use Patterns and Types of Common Vole (*Microtus-Arvalis*) Population-Kinetics. *Agriculture Ecosystems & Environment* 39, 153-169.
- Denys C., Lecompte E., Calvet E. *et al.* 2005. Community analysis of Muridae (Mammalia, Rodentia) diversity in Guinea : a special emphasis on *Mastomys* species and Lassa fever distributions. In: Huber, B.A., Sinclair B. J., Lampe K.H. (eds), *African Biodiversity. Molecules, organisms, Ecosystems*. Springer, 339-350.
- Dobson M. & Wright A. 2000. Faunal relationships and zoogeographical affinities of mammals in north-west Africa. *Journal of biogeography*, 27(2), 417-424.
- Dupuy H. 2012. *Régime alimentaire du hibou moyen duc, Asio Otus, à sidi Chicker (Maroc)*. Mémoire de Licence Biologie et Environnement, Université Paul Sabatier, Toulouse, 18p.
- Fons R., Grabusola I., Saint Girons M.C. *et al.* 1988. Incendie et cicatrization des écosystèmes méditerranéens. Dynamique du repeuplement en micromammifères. *Vie et Milieu* 38, 259-280.
- Gerbault-Seureau M., Benazzou T., Richard F. ce colume. Inventaire cytogénétique des petits mammifères du Maroc
- Giban J. & Haltebourg M. 1965. *Le problème de la Mérione de Shaw au Maroc*. Compte-Rendu du Congrès de Protection des Cultures tropicales, Marseille, 587-588.
- Haltebourg M. 1968. Les Rongeurs nuisibles dans la région de Marrakech. *Comptes Rendus de la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc*, 34, 31-34.
- Harrich N. & Benazzou T. 1990. Contribution à l'étude de la biologie du mulot de la plaine côtière du Maroc. *Mammalia* 54, 1, 47-59.
- Hutterer R. 1986. The species of *Crocidura* (Soricidae) in Morocco. *Mammalia*, 50, 521-534.
- Hutterer R., Amori G., Kryštufek B. *et al.* 2008. *Crocidura whitakeri*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 26 June 2015.
- Khidas K. 1993. Distribution des rongeurs en Kabylie du Djurdjura (Algérie). *Mammalia* 57, 207-212.
- Khidas K., Khammes N. & Khelloufi S. 1999. Répartition spatiale et sélection de l'habitat chez le mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758) et la souris sauvage (*Mus spretus* Lataste, 1883) en Kabylie du Djurdjura (Algérie). *Sciences & Technologie* 12, 59-64.
- Khidas K., Kelloufi S., Lek S. *et al.* 2002. Abundance of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* and the Algerian mouse *Mus spretus* (Rodentia, Muridae) in different habitats of northern Algeria. *Mammalian Biology* 67, 34-41.
- Lalis A., Leblois R., Liefried S. *et al.* 2015. New molecular data favor an anthropogenic introduction of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in North Africa. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* sous presse.
- Lambin X., Bretagnolle V. & Yoccoz N. G. 2006. Vole population cycles in northern and southern Europe: Is there a need for different explanations for single pattern? *Journal of Animal Ecology* 75, 340-349.
- Lesne L. & Thévenot M. 1981. Contribution à l'étude du régime alimentaire du Hibou grand-duc *Bubo bubo ascalaphus* au Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 5, 167-177.
- Libois R. & Fons R. 1999. *Suncus etruscus* (Savi, 1822). In Mitchell-Jones A *et al.* (eds). *The Atlas of European Mammals*, Poyser, London, UK, 76-77.
- Mansour M. 2003. Environnements littoraux et aménagement durable: Apport de l'information spatiale. In : TS7 Coastal Zone Management. TS7.3 *Environnements littoraux et aménagement durable: Apport de l'information spatiale*. 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco, December 2-3, 2003 (non publié) 11pp.

- Ndiaye A., Ba K., Aniskin V. *et al.* 2012. Evolutionary systematics and biogeography of endemic gerbils (Rodentia, Muridae) from Morocco: an integrative approach. *Zoologica Scripta*, 41 (1), 11-28.
- Nicolas V., Ndiaye A., Benazzou T. *et al.* 2014. Phylogeography of the North African Dipodil (Rodentia: Muridae) Based on Cytochrome b Sequences". *Journal of Mammalogy*, 95(2), 241-253.
- Nicolas V., Jacquet F., Stoetzel E. *et al.* ce volume Identification moléculaire et histoire phylogéographique et démographique des musaraignes du Maroc septentrional.
- Nicolas V., & Colyn M. 2006. Relative efficiency of three types of small mammal traps in an African rainforest. *Belgian Journal of Zoology*, 136, 107-111.
- Olson D. M. & Dinerstein E. 2002. The global 200: priority Ecoregions for global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199-224.
- Orsini P., Cassaing J., Duplantier J.M. *et al.* 1982. Premières données sur l'écologie des populations naturelles de souris *Mus spretus* Lataste et *Mus musculus domesticus* Ruddy dans le midi de la France. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 36, 321-336.
- Qninba A., Benhoussa A., El Agbani M.-A. *et al.* 2006. Etude phénologique et variabilité interannuelle d'abondance des Charadriidés (Aves, Charadrii) dans un site Ramsar du Maroc : la Merja Zerga. *Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie*, 28, 35-47.
- Rihane A. 2003. Contribution à l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Strigiformes, Tytonidae) Dans les plaines semi-arides du Maroc atlantique. *Alauda*, 71, 363-369.
- Rihane A. 2004. Contribution à l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Strigiformes, Tytonidae) dans les plaines semi-arides du Maroc atlantique. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Mohammadia, : 270p + annexes.
- Rihane A. 2006. Présence de la grande gerbille à queue courte *Dipodillus maghrebi* (Rodentia, Gerbillinae) dans les plaines atlantiques du Maroc semi-aride. *Mammalia*, 70(3-4), 326-327.
- Rioux J. A., Petter F., Akalay O. *et al.* 1982. *Meriones shawi* (Duvernoy, 1842) [Rodentia, Gerbillidae], réservoir de *Leishmania major* Yakimoff et Schokhor, 1914 [Kinetoplastida, Trypanosomatidae] dans le Sud marocain. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 294, 515-517.
- Rödel R. 1980. Les facteurs extérieurs de pullulations des rongeurs. In : Journées nationales sur les Rongeurs nuisibles, Rabat 1-3 décembre 1980. Ministère de l' Agriculture et de la Réforme agraire, Rabat, 6p.
- Saint Girons M. C. & Petter F. 1953. Notes sur quelques petits mammifères du Maroc atlantique. *Mammalia* 17(4), 318-321.
- Saint Girons M. C., Thévenot M. & Thouy P. 1974. Le régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*) et du Grand-duc ascalaphe (*Bubo bubo ascalaphus*) dans quelques localités marocaines. In : Etude de certains milieux du Maroc et de leur évolution récente. C.N.R.S., Travaux du R.C.P. 249, 2, 257-265.
- Schlitter D.A. & Setzer H.W. 1972. A new species of short-tailed gerbil (*Dipodillus*) from Morocco (Mammalia : Cricetidae : Gerbillinae). *Proc. Biol. Soc. Washington* 84(45), 385-392.
- Singleton G.R., Hinds L. A., Krebs C. J. *et al.* 2003. *Rats, mice and people: rodent biology and management*. Australian Centre for International Agriculture Research, Canberra, 564 p.
- Stenseth N.C. 1999. Population cycles in voles and lemmings: density dependence and phase dependence in a stochastic world. *Oikos* 87, 427-461.
- 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.
- Stoetzel E., Ohler A.M., Delapre A. *et al.* 2012. Inventaire des petits vertébrés terrestres du Maroc Central. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 34, 45-56
- Stoetzel E., Denys C., Michaux J. *et al.* 2013. *Mus* in Morocco: a quaternary sequence of intraspecific evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109, 599-621.
- Thévenot S. & Aulagnier S. 2006. Mise à jour de la liste des mammifères sauvages du Maroc. *Go-South Bulletin* 3, 6-9.
- Thouy P. 1984. Lo regime alimentari del Beu-l'oli (*Tyto alba*). In: *Rapinyaires mediterranis II*, C.R.P.R. Barcelona, 230-237.
- Torre I., Guixé D. & Sort F. 2010. Comparing three live trapping methods for small mammal sampling in cultivated areas of NE Spain. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy* (n.s.), 21, 2: 147-155.
- Umetsu F., Naxara L. & Pardini R. 2006. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the neotropics. *Journal of Mammalogy*, 87, 757-765.
- Vogel P., Lawrence M. & Aghnaj A. 2000. Note sur les musaraignes (Soricidae, Mammalia) du Parc National du Souss-Massa, Maroc. *Revue suisse de Zoologie*, 107(3), 591-599.
- Walters B. 1989. Differential capture of seer mice with pitfalls and live traps. *Acta Theriologica* 34, 643-647.
- Zaïme A. & Gautier J.Y. 1988. Analyse des fluctuations densitaires et de l'occupation de l'espace chez la Mérione de Shaw (*Meriones shawi*) en milieu semi-aride, au Maroc. *Sciences et Techniques d'Animalerie et de Laboratoire*, 13(1), 59-64.
- Zaïme A. & Pascal M. 1988. Essai de validation d'une méthode d'échantillonnage linéaire appliquée à trois espèces de rongeurs d'un peuplement de micromammifères d'un milieu saharien (Guelmim, Maroc). *Mammalia*, 52, 243-258.
- Zyadi F. & Benazzou T. 1992. Dynamique de population de *Gerbillus campestris* dans la plaine du Gharb, Maroc. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 47(3), 245-258.