

Étude du régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe (*Bubo ascalaphus*) dans la région de Ouarzazate (Maroc)

Fleur-Eva Jézo



Source : flickr.com © Jose Juan Saiz

Stage Initiation professionnelle – Master 1 Ecologie

Janvier avril 2016

Maître de stage : **Stéphane Aulagnier**

Enseignant référent : **Frédéric Santoul**

Sommaire

Introduction	p.1
Matériel et méthode	
❖ Présentation du modèle d'étude : Le Grand-duc ascalaphe	p.1
❖ Dissection des pelotes et identification des proies	p.3
❖ Aire d'étude	p.4
❖ Analyses statistiques	p.5
Résultats	
❖ Régime alimentaire global de <i>B. b. ascalaphus</i> à Ouarzazate	p.6
❖ Influence de la date et de la localisation sur l'ensemble des proies	p.7
❖ Influence de la date, de la localisation et de la pluviométrie sur les communautés de mammifères	p.8
❖ Classifications des espèces de mammifères et des sites	p.9
Discussion	
❖ Répartition spatiale des proies sur l'aire d'étude	p.9
❖ Répartition temporelle des proies sur l'aire d'étude	p.10
❖ Remarques et suggestions	p.11
Conclusion	p.12
Bibliographie	p.13
Annexes	p.16

Introduction

L'étude du régime alimentaire des prédateurs apporte de nombreuses données sur leurs habitudes de chasse, mais aussi sur la constitution des réseaux trophiques, ainsi que sur la dynamique spatio-temporelle des proies. Les rapaces sont des modèles d'étude particulièrement intéressants puisqu'ils produisent des pelotes de réjections, contenant les restes non digestes parfois intacts de leurs proies (Cacciani 2004). La récolte des pelotes constitue une méthode d'échantillonnage avantageuse car elle est non invasive, évitant ainsi le stress et le risque de mortalité des animaux lors des captures (Matos *et al.* 2015). De plus, elle permet d'obtenir des informations sur les espèces-proies difficiles à capturer ou à observer sur le terrain (Laudet & Watik 2001). De ce fait, il s'agit d'une approche très utilisée dans le domaine de la recherche scientifique en écologie, mais aussi en paléontologie et en taphonomie (Cacciani 2004).

Le Grand-duc ascalaphe (*Bubo ascalaphus* Savigny, 1809), rapace nocturne d'Afrique, est un prédateur dit opportuniste, c'est-à-dire qu'il consomme un large spectre de proies en fonction de leur disponibilité dans l'habitat (Vein & Thévenot 1978 ; Sándor & Moldován 2010). La composition de son régime témoigne donc de la répartition de ses proies et de l'évolution de leurs effectifs au cours du temps (Mohedano *et al.* 2014).

De nombreuses études montrent que les micromammifères, et plus particulièrement les rongeurs, tiennent une place prépondérante dans le régime alimentaire de cet oiseau (Saint-Girons *et al.* 1974 ; Vein & Thévenot 1978, Lesne & Thévenot 1981 ; Sellami & Belkacemi 1989 ; Boukhamza *et al.* 1994 ; Barreau & Bergier 2001 ; Biche *et al.* 2001 ; Alaya & Nourira 2006 ; Thévenot 2006 ; Beddiaf 2008 ; Shehab & Ciach 2008 ; Sándor & Orbán 2008 ; Sándor & Moldován 2010 ; Sekour *et al.* 2010-a ; Marniche *et al.* 2013 ; Mohedano 2014). Certaines espèces de rongeurs sont considérées comme nuisibles pour les agrosystèmes et peuvent être le réservoir de certaines maladies transmissibles à l'homme, comme la leishmaniose cutanée (Denys *et al.* 2001). Le Grand-duc ascalaphe apporte donc des données intéressantes pour le suivi et la compréhension de la dynamique des populations des petits vertébrés terrestres, mais également, peut participer à leur régulation en consommant les ravageurs de cultures (Sekour *et al.* 2010-b).

Le but de la présente étude est d'analyser les variations spatiales et temporelles du régime de ce rapace dans la région de Ouarzazate au Maroc, pour tenter d'aborder indirectement la dynamique des micromammifères.

Matériel et Méthodes

❖ Présentation du modèle d'étude : Le Grand-duc ascalaphe

Le Grand-duc ascalaphe, également appelé Grand-duc du désert, est un rapace nocturne de la famille des Strigidés. Son aire de répartition couvre une partie du nord de l'Afrique et de la péninsule arabique (Mikkola 2014) (Figure 1).

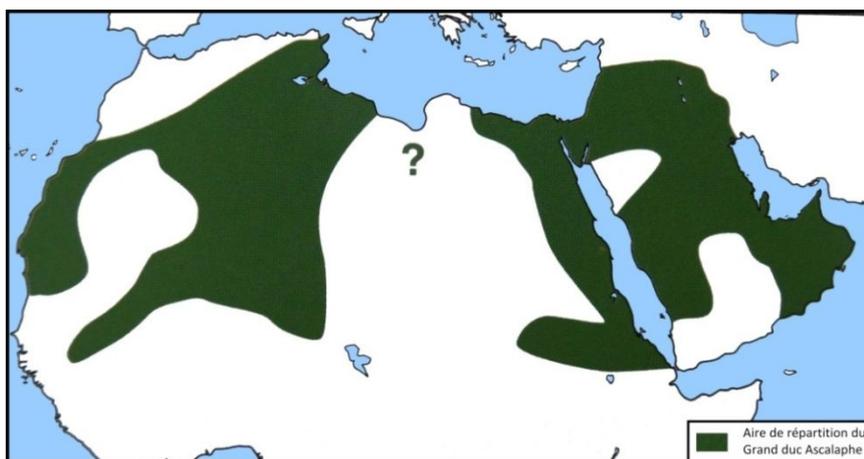


Figure 1 : Carte de l'aire de répartition du Grand-duc ascalaphe (Mikkola 2014)

Il mesure 40 - 50 cm pour un poids de 1900 - 2300 g et une envergure pouvant atteindre 120 cm (Mikkola 2014). Il se reconnaît à sa couleur sable-ocre tachetée de brun, à son disque facial plus clair à la bordure sombre et à ses aigrettes foncées et de petite taille (König & Weick 2008 ; Mikkola 2014) (Figures 2a et 2b). On le retrouve dans les milieux désertiques et semi-désertiques, nichant dans les environnements rocheux (Mikkola 2014).



Figure 2a : Grand-duc ascalaphe
Source : flickr.com © Eyal Bartov



Figure 2b : Grands ducs ascalaphe juvéniles
Source : flickr.com © Mike Barth

Son excellente vision nocturne, son ouïe très fine et ses adaptations au vol silencieux en font un redoutable prédateur (Mebs 1989 ; Mikkola 2014). Le Grand-duc ascalaphe, chasseur opportuniste, se nourrit principalement de petits mammifères et de arthropodes (bien que ces derniers représentent une faible biomasse) et plus occasionnellement de oiseaux et de reptiles (Barreau & Bergier 2001). La présence d'amphibiens et de poissons a parfois été recensée (Cacciani 2004).

Selon l'IUCN (2012), ce rapace est évalué « préoccupation mineure » (LC) du fait de son aire de répartition vaste et peu fragmentée. Cependant, les effectifs n'ont jamais été précisément quantifiés, même s'ils sont estimés au-delà du seuil critique (moins de 10 000 individus matures avec déclin).

❖ Dissection des pelotes et identification des proies

Les rapaces ont la particularité de rejeter les parties non digestes de leurs proies dans les 24 heures après leur ingestion (Laudet et al. 2001). Bien que les restes d'une même proie puissent être régurgités en plusieurs fois (Laudet et al. 2001), l'analyse du contenu des pelotes permet d'obtenir une idée du régime du rapace en temps réel et ainsi d'estimer la dynamique des populations de ses proies.

Afin d'étudier le régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe et d'en comprendre les variations, le contenu de ses pelotes de régurgitation a été analysé. Ici, nous nous sommes intéressés à 26 lots de pelotes récoltés entre 1981 et 2004 dans 10 sites répartis dans la région de Ouarzazate (Maroc). Les proies contenues dans ces lots ont été identifiées par différentes personnes au cours des dernières années. L'une des tâches qui m'a été confiée au cours de ce stage fut d'analyser un de ces lots (Ouarzazate Est, Assif El Mengoub 2004) contenant une cinquantaine de pelotes. Pour ce faire, les pelotes ont été décortiquées à l'aide d'une pince fine et d'une brosse à dents afin de séparer les mandibules, calvariums, becs, os longs et fragments de cuticules, des autres débris (autres os, poils, sable, cailloux, etc.).

Une fois isolés, les éléments d'intérêt ont été minutieusement nettoyés. Les os longs ont été directement rangés dans un flacon, et ne seront pas utilisés dans cette étude. Ils seront conservés pour d'éventuelles analyses génétiques a posteriori. Il est possible d'identifier les oiseaux jusqu'à l'espèce grâce aux becs, mais dans le cas présent, seul le nombre total de becs a été pris en compte. Les restes d'arthropodes ont été divisés en trois groupes : les galéodes (*Solifugae*), dont les pièces buccales en général très bien conservées permettent le dénombrement, les scorpions, caractérisés par leurs glandes à venin, les pinces et les segments du métasome, et enfin les coléoptères dont il reste des fragments de cuticules.

L'identification des Mammifères a été poussée jusqu'à l'espèce quand cela était possible, à partir de la forme et de la taille des mandibules, des calvariums et des dents, à l'aide de la clé d'identification de Barreau *et al.* (1991). L'utilisation d'un pied à coulisse et d'une loupe binoculaire a été nécessaire afin de différencier les espèces avec précision. Le bon état de conservation des crânes joue un rôle déterminant dans l'identification. Par exemple, il est difficile de différencier *Mus domesticus* de *Mus spretus* sans la surface d'usure de la première molaire inférieure. De même certaines espèces de mériones ou de gerbilles ont des crânes très semblables. La branche montante des mandibules ou les plaques zygomatiques des calvariums sont des critères discriminants pour l'identification (Barreau *et al.* 1991). Or il est fréquent que ces parties soient brisées ou abimés lors de la digestion et de la formation des pelotes (Denys *et al.* 1995).

Une fois les identifications terminées, le nombre d'individus par espèce a été compté. Pour les mammifères, les mandibules et rangées dentaires supérieures gauches et droites, ainsi que les calvariums entiers ont été dénombrés. L'effectif total de chaque espèce a été défini en fonction de la catégorie la plus représentée. Quant aux arthropodes, les pinces des scorpions et les pièces buccales des galéodes ont été comptées puis les nombres obtenus ont été divisés par deux.

Les effectifs obtenus ont été ajoutés au tableau de données (*Annexe I*), complétant ainsi l'inventaire des espèces proies de la région de Ouarzazate.

❖ Aire d'étude

La région de Ouarzazate est située dans le sud-est marocain, délimitée au nord par le Haut Atlas et au sud par l'Anti-Atlas. Elle est dominée par un climat désertique sec et chaud (BWh) selon la classification de Köppen (Peel *et al.* 2007). La pluviométrie moyenne annuelle est de 110mm (Kouz *et al.* 2014). La période d'avril à août est caractérisée par une intense sécheresse et des températures autour de 30°C. L'automne et le printemps sont les saisons les plus humides, alors qu'en hiver, les précipitations sont plus faibles et les températures plus fraîches, aux alentours de 10°C (Kouz *et al.* 2014).

La Figure 3 présente la répartition des stations d'échantillonnage dans la région de Ouarzazate. Sur certains sites, plusieurs prélèvements ont été effectués à différentes dates. Les sites aux alentours de Ouarzazate sont plutôt arides mais bénéficient de la proximité avec les cultures irriguées. Le site d'Agdz se situe proche de l'Oued Drâa, il s'agit donc également d'une zone cultivée et riche en végétation, comme le site de Zaouia Tafetchna, localisé en bord de rivière. Le site de Tisbalbalt se trouve au bord du lac-barrage El Mansour Addahbi, cela constitue donc une zone plus humide. Le site proche d'Imiter est dans une zone désertique et se situe à plusieurs kilomètres de la ville. Enfin, Guelb Tessaout et Aït Ouazik sont dans des zones arides.

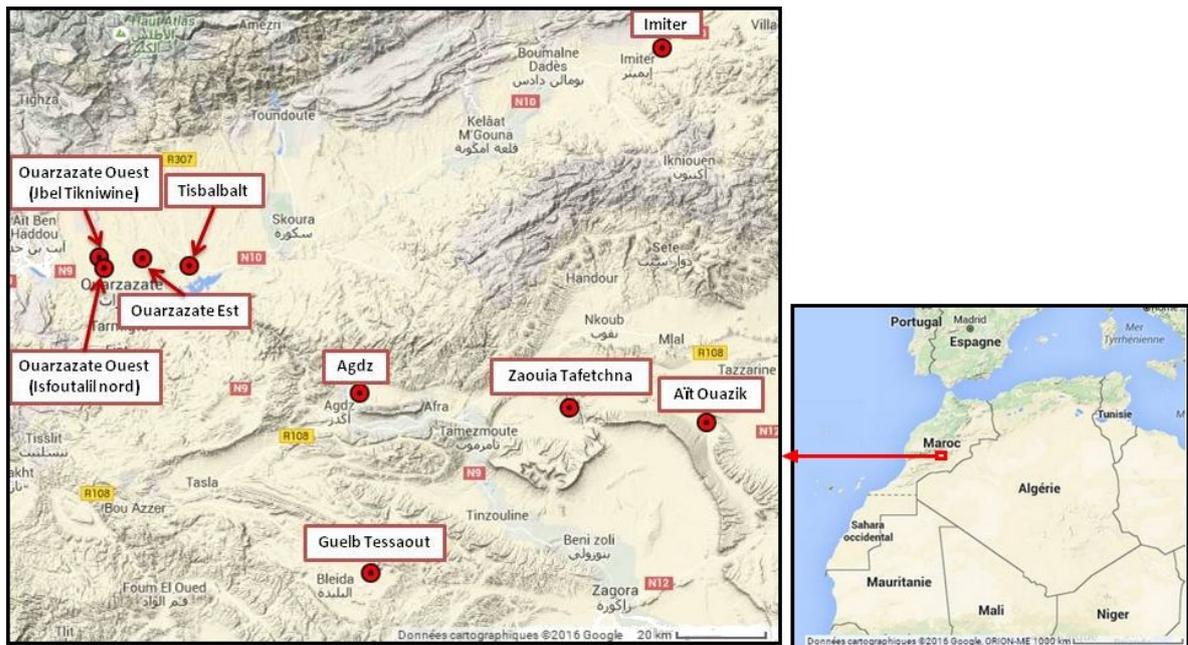


Figure 3 : Localisation des stations de collecte de pelotes du Grand-duc ascalaphe dans la région de Ouarzazate (Maroc Méridional).

Le Tableau 1 attribue des codes correspondant chacun à une collecte. Ces numéros ont été réutilisés lors des analyses. À noter que l'échantillon n° 8 est représenté sur la carte par le point « Imiter ». Cependant, il correspond à un site de prélèvement différent, bien que géographiquement très proche des autres échantillons d'Imiter.

Tableau 1 : Lieu et date de collecte des lots de pelotes du Grand-duc ascalaphe dans la région de Ourzazarte (Maroc) entre 1981 et 2004

n°	Site	Date	n°	Site	Date	n°	Site	Date
1	Zaouia Tafechtna	Mars 81	10	Imiter	Nov. 84	19	Ouarzazate Ouest (Jbel Tikniwine)	Jan. 84
2	Agdz	Mars 81	11	Imiter	Déc. 85	20	Ouarzazate Ouest (Jbel Tikniwine)	Nov. 84
3	G. Tessaout	Mars 81/Mars 84	12	Imiter	Fév. 87	21	Ouarzazate Ouest (Jbel Tikniwine)	Mars 85
4	Aït Ouazik	Nov. 81	13	Tisbalbalt	Déc. 82/Juin 83	22	Ouarzazate Ouest (Jbel Tikniwine)	Jan. 88
5	Imiter	Mars 82	14	Tisbalbalt	Nov. 84	23	Ouarzazate Est (Assif El Mengoub)	Déc. 81
6	Imiter	Déc. 82	15	Tisbalbalt	Nov. 85	24	Ouarzazate Est (Assif El Mengoub)	Mars 84
7	Imiter	Mai 83	16	Tisbalbalt	Mai 87	25	Ouarzazate Est (Assif El Mengoub)	Juil. 04
8	Imiter (Assif Oulgou)	Mai 83	17	Tisbalbalt	Janv. 88	26	Ouarzazate Ouest (Nord Isfoutalil)	Juil. 04
9	Imiter	Jan 84	18	Tisbalbalt	Fév. 88			

Les données de pluviométrie qui ont été utilisées au cours de l'étude sont basées sur la moyenne interannuelle de 4 stations météorologiques situées dans l'aire d'étude : Ouarzazate (Agoussine et al. 2004), Tinouar, Tiflité et Mansour Ed Dahbi (Kouz et al. 2014).

❖ Analyses statistiques

Le jeu de données fourni (*Annexe 1*) contient le type et le nombre de proies consommées dans chaque lot de pelotes. Afin de déterminer s'il existe une variation du régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe selon les stations et les années, deux analyses factorielles des correspondances (AFC) ont été réalisées. Ce mode de traitement des données permet de visualiser dans un même plan les proies et les dates et lieux de prélèvement, mettant ainsi en évidence différents régimes (Lorca 1992). La première AFC réalisée prend en compte toutes les proies consommées et toutes les collectes. La seconde ne tient compte que des échantillons ayant un nombre de proies supérieur à 20 et des mammifères les mieux représentés (effectif total >5). Les Chiroptères ont également été retirés de l'analyse puisqu'il existe une trop grande variabilité entre les espèces ; les regrouper ne présente donc pas d'intérêt et leurs effectifs par espèce sont trop faibles. Les données pluviométriques ont été ajoutées afin de déterminer si des variations temporelles de la densité de proies pourraient être dues aux années plus ou moins sèches. Pour cela, chaque date de collecte a été associée à la pluviométrie de l'année précédente, sauf pour les échantillons prélevés en fin d'année (novembre et décembre) qui ont reçu les valeurs de l'année même. En effet la reproduction des mammifères en milieux arides a lieu au moment où les précipitations sont les plus abondantes (de septembre à mars dans cette aire d'étude) puisque cela correspond à la période de plus grande disponibilité en nourriture (Speakman 2008). Les effectifs risquent donc d'être influencés par la météo précédant la dernière reproduction, c'est-à-dire de l'année n -1.

Par la suite, les coordonnées factorielles issues de la seconde AFC ont été utilisées pour effectuer une classification des sites et des mammifères-proies, à l'aide du critère d'agrégation de Ward, le plus adapté aux classifications réalisées à partir des coordonnées factorielles (Morineau 2016). Différents groupes d'espèces-proies et de sites ont ainsi pu être identifiés. L'ensemble de ces analyses a été réalisé avec le logiciel R.

Résultats

❖ Régime alimentaire de *Bubo ascalaphus* dans la région de Ouarzazate

L'étude de la composition des pelotes du Grand-duc ascalaphe dans l'aire d'étude a montré que les arthropodes sont les proies les plus nombreuses, représentant la moitié du régime (Figure 4). Les mammifères sont également des proies dominantes. Les oiseaux arrivent en troisième position, constituant environ 7% du régime. La consommation des Squamates, des Amphibiens et des Osteichtyens semble plus occasionnelle, puisqu'ils représentent seulement 1,5% des proies totales.

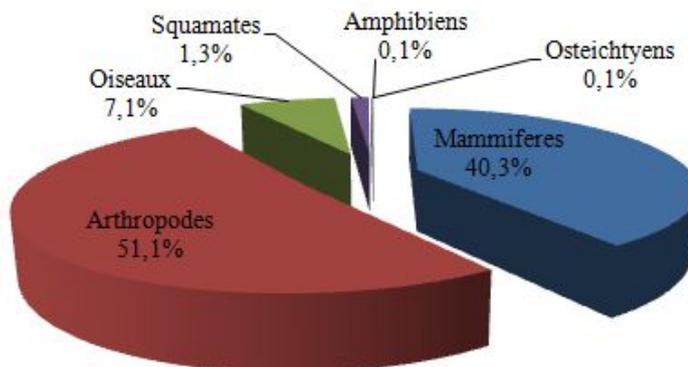


Figure 4 : Proportion des types de proies consommées par le Grand-duc ascalaphe dans la région de Ouarzazate.

La Figure 5 représente la proportion de chaque mammifère-proies (dont l'effectif est supérieur à 5 et sans les Chiroptères) dans le régime du Grand-duc ascalaphe. La Mérieone à queue rouge (*Meriones libycus*) est l'espèce la plus représentée, suivie par la Mérieone de Shaw (*Meriones shawii*). La Souris d'Afrique du Nord (*Mus spretus*), la Gerbille champêtre (*Gerbillus campestris*), la petite Gerboise (*Jaculus jaculus*) et le Rat des sables diurne (*Psammomys obesus*) sont également chassés en quantité non négligeable. La consommation des autres mammifères reste plus anecdotique.

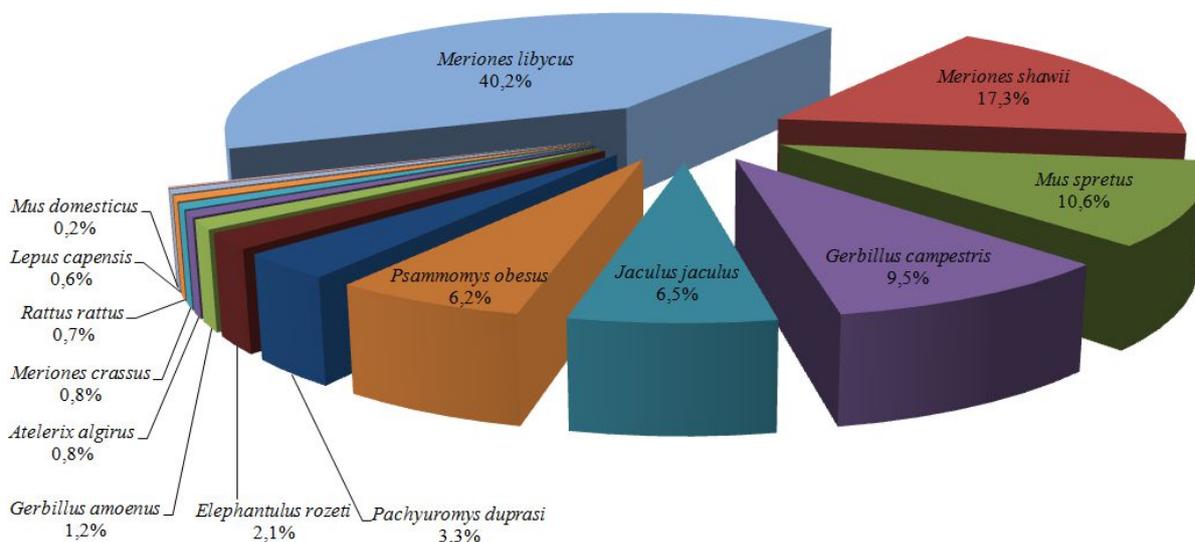


Figure 5 : Proportion des espèces de mammifères-proies consommées par le Grand-duc ascalaphe dans la région de Ouarzazate.

❖ Variation spatio-temporelle du régime

Les Figures 4 et 5 donnent donc une idée globale du régime alimentaire de ce rapace dans l'aire d'étude, cependant elle ne tient pas compte d'une éventuelle dynamique spatio-temporelle dans le type de proies consommées. L'observation du tableau de données (*Annexe 1*) permet de faire ressortir quelques informations quant aux variations du régime. Tout d'abord, à Imiter, les lots de pelotes 6 et 9 sont composés de plus de 70% d'arthropodes alors que les autres contiennent quasiment autant de mammifères que d'autres proies. Ce changement de régime est également observé à Tisbalbalt dans le lot 14. Autre fait marquant dans cette région, le lot 15 contient 43% de souris d'Afrique du Nord, alors qu'aucun autre échantillon de l'aire d'étude n'en contient plus de 20%. Enfin, dans les sites proches de Ouarzazate, deux types de régimes se distinguent ; d'une part, les lots 19, 21, 22, 24 et 25 sont caractérisés par un très grand nombre d'arthropodes, d'autre part, les lots 20, 23 et 26 sont dominés par les mammifères, et plus particulièrement par les mériones à queue rouge.

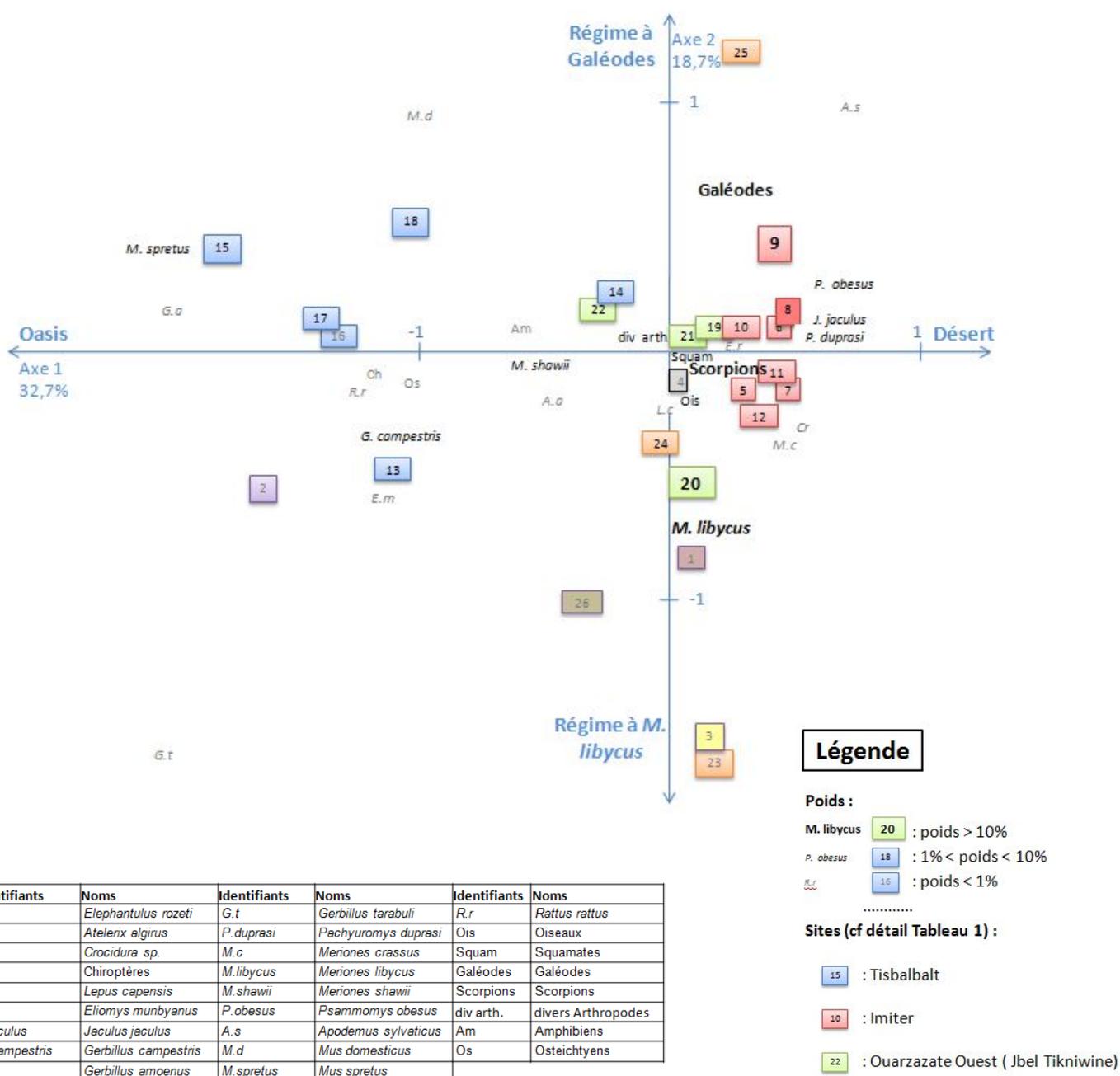


Figure 6 : Représentation graphique (axes 1 et 2) de l'AFC de toutes les proies sur l'ensemble des sites

L'axe 1 de l'AFC (Figure 6) qui représente 32,7% de l'inertie totale montre qu'il existe une variabilité dans la composition du régime. Les collectes effectuées sur les mêmes sites sont regroupées, mais il existe tout de même une certaine variabilité en fonction des années, surtout pour le site de Tisbalbalt. Cet axe est un gradient d'aridité, opposant Tisbalbalt (oasis) et Imiter (désert). Les sites plus humides de type oasis se caractérisent par un régime composé principalement de souris d'Afrique du Nord, de gerbilles champêtres et de mériones de Shaw. À l'inverse, les zones arides sont caractérisées par un régime composé de rats des sables diurnes, de petites gerboises, de pachyromys à queue en massue, de galéodes et de scorpions. Autour de la ville de Ouarzazate, le régime du Grand-duc semble assez diversifié ; il présente des arthropodes, des oiseaux, des squamates, des mériones à queue rouge, etc. L'axe 2, représentant 18,7% de l'inertie totale, met en évidence une légère opposition entre un régime plus orienté vers les galéodes et un régime basé sur la Mérione à queue rouge.

Dans cette première AFC, les arthropodes (scorpions et galéodes) contribuent fortement aux axes. Cependant, ils ne représentent qu'une faible biomasse. Cela risque de masquer l'effet de certains facteurs sur la structure des communautés de mammifères. Ces informations sont d'autant plus intéressantes, puisque les micromammifères terrestres sont reconnus comme étant de bons bio-indicateurs, sensibles aux variations climatiques et du milieu (Granjon & Duplantier 2009 ; Matos *et al.* 2015). D'autre part, les espèces-proies peu représentées et les échantillons contenant peu de proies ont un très faible poids dans l'analyse et n'apportent donc pas beaucoup d'informations. Une seconde AFC donc a été réalisée (Figure 6) en tenant compte de ces éléments. Les données pluviométriques y ont été ajoutées afin de mettre en évidence leur éventuel impact sur les populations de mammifères.

❖ Variation spatio-temporelle des Mammifères-proies

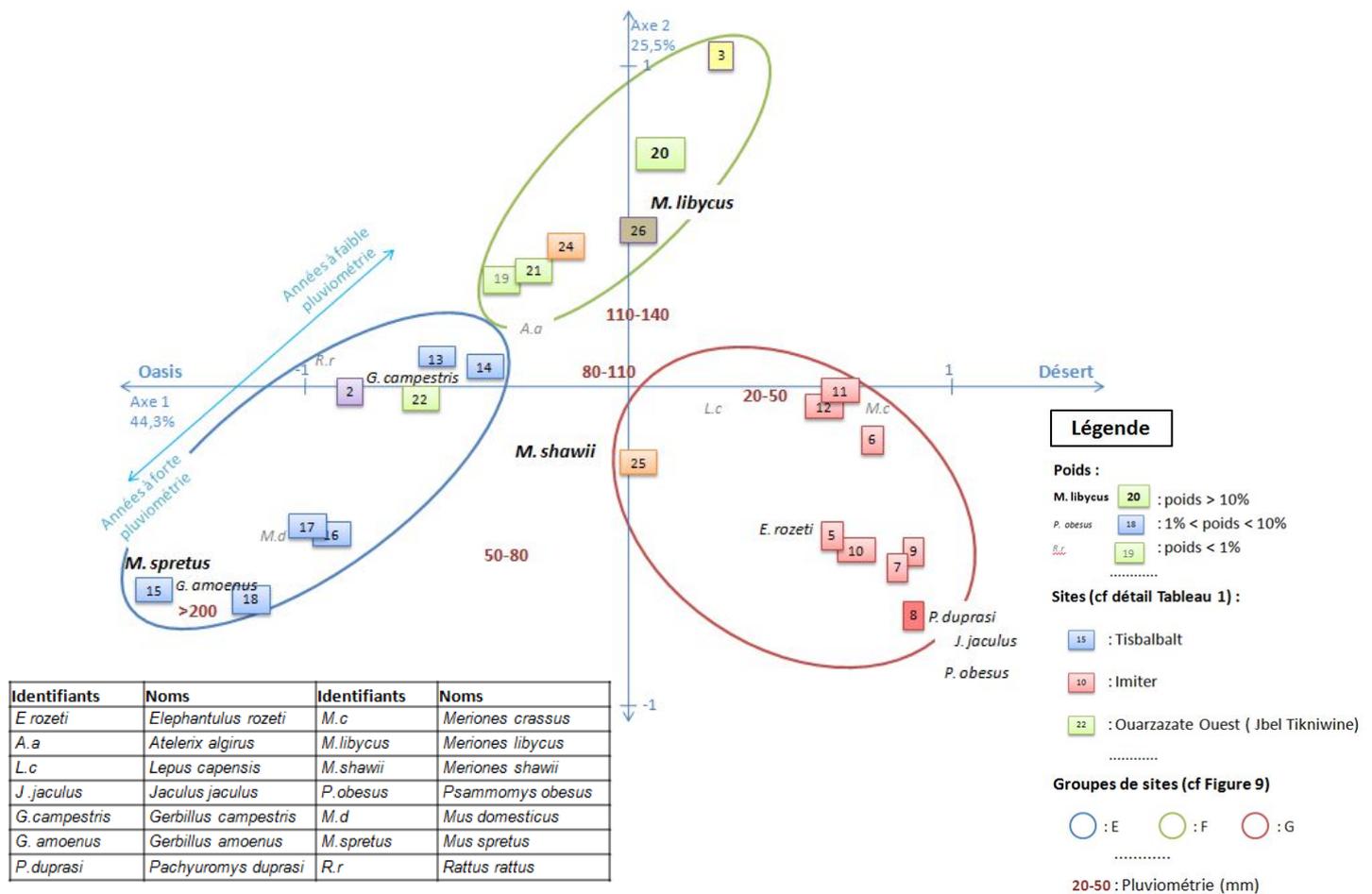


Figure 7 : Représentation graphique (axes 1 et 2) de l'AFC des mammifères de certains sites et de la pluviométrie

Le nuage de points prend la forme d'une parabole ce qui signifie que les deux axes de cette AFC sont corrélés (effet Guttman). Ils identifient trois groupes réunissant les lots prélevés sur les mêmes sites. Dans cette analyse, Tisbalbalt et Ouarzazate ouest se détachent plus nettement d'Imiter. De nouveau, un gradient d'aridité est mis en évidence. Les sites autour de Ouarzazate sont caractérisés par une chasse orientée vers les Mériones à queue rouge et gerbilles champêtres. Le Macroscélide de Rozet (*Elephantulus rozeti*), qui a plus de poids dans cette AFC, semble caractéristique de la région d'Imiter. De la même façon, la gerbille naine d'Égypte (*Gerbillus amoenus*) semble être une proie spécifique de Tisbalbalt. De plus, un gradient secondaire de pluviométrie est mis en évidence au niveau des lots de Tisbalbalt, bien que peu marqué, puisque les données pluviométriques n'ont que très peu de poids dans l'analyse.

❖ Classifications des espèces de mammifères et des sites

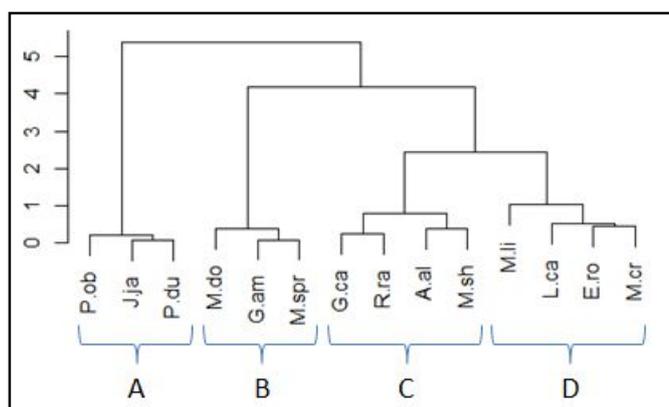


Figure 8 : Classification hiérarchique ascendante des mammifères-proies du régime du Grand-duc ascalaphe, à partir des coordonnées factorielles issues de la seconde AFC (Figure 7), méthode de Ward.

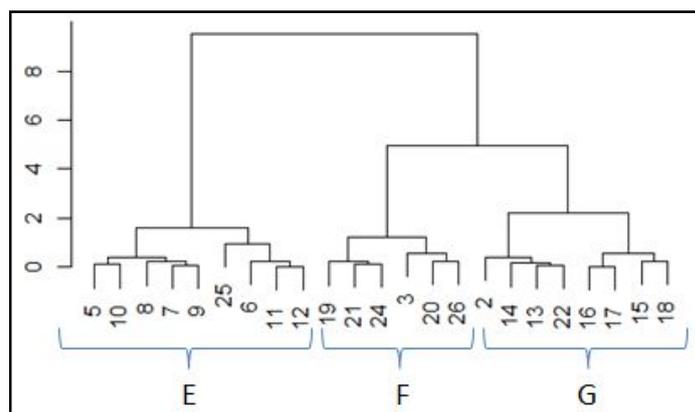


Figure 9 : Classification hiérarchique ascendante des sites de collecte, à partir des coordonnées factorielles issues de la seconde AFC (Figure 7), méthode de Ward.

La classification des espèces-proies de mammifères et des sites à partir des coordonnées factorielles permet de visualiser quatre groupes principaux de mammifères (Figure 8) et trois groupes de sites (figure 9), correspondant à ceux retrouvés dans l'AFC. Les mammifères ont été séparés en quatre groupes distincts (A, B, C et D). Ceux-ci semblent rassembler les espèces en fonction de leurs caractéristiques écologiques. Quant aux sites de collecte, ils se répartissent en trois grands groupes (E, F et G). Le groupe E contient en majorité les lots collectés à Tisbalbalt, le F, ceux récoltés vers la ville de Ouarzazate, et le G plutôt ceux d'Imiter. Ces groupes suivent donc également le gradient d'humidité visualisé dans la Figure 7, avec le E correspondant au désert, le G aux oasis et le F à une zone mixte.

Discussion

❖ Répartition spatiale des proies sur l'aire d'étude

Les analyses précédentes (Figures 7 et 8) mettent en évidence une répartition des espèces le long d'un gradient d'aridité. Le site de Tisbalbalt, situé en bordure de lac est caractérisé par la présence d'espèces affiliées aux oasis (souris d'Afrique du Nord, gerbille naine et gerbille champêtre) (Aulagnier et al. 2009). Des espèces comme le rat noir (*Rattus rattus*) et la souris domestique (*Mus domesticus*) qui sont

également des mammifères associés aux milieux plus humides (Aulagnier et al. 2009), sont également présents, même s'ils sont moins représentés. Autour de la ville de Ouarzazate, les espèces capturées par le Grand-duc témoignent d'une certaine diversité de proies disponibles, puisqu'il consomme à la fois des arthropodes et des mammifères inféodés à différents milieux. En effet, des mériones à queue rouge, plutôt désertiques, et des mériones de Shaw, plus présentes dans les oasis, y sont retrouvées. Ceci pourrait s'expliquer par la mixité de paysages dans cette zone (espace urbanisé et cultivé, vers la ville et désertique au niveau des sites de récolte). Concernant le site d'Imiter, les espèces les plus représentées dans les deux AFC sont toutes caractéristiques des milieux désertiques (Aulagnier et al. 2009). Les quatre groupes identifiés dans la Figure 8 semblent séparer les mammifères en fonction de leur biotope. Les groupes A et D rassemblent les proies de milieux arides, et les groupes B et C, celles de régions humides comportant des oasis et/ou des cultures (Aulagnier et al. 2009). De plus, si on met en relation ces constatations avec la Figure 9 et le tableau de données (*Annexe I*), on remarque que les espèces du groupe A sont quasiment strictement inféodées à Imiter (groupe G), région aride, alors que les mammifères du groupe B sont uniquement associés à Tisbalbalt et Agdz (groupe E), situés proche d'un point d'eau. Les groupes C et D correspondent respectivement à des proies retrouvées à Tisbalbalt et Imiter, mais aussi autour de Ouarzazate, qui associe zones irriguées et désert (groupe F). La répartition spatiale des espèces-proies, et particulièrement celle des mammifères semble donc influencée par le milieu.

❖ Répartition temporelle des proies sur l'aire d'étude

Une variation spatiale de la composition du régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe a pu être mise en évidence. Cependant, l'observation des AFC laisse apparaître une variabilité dans la composition des lots de pelotes en fonction des dates de collecte sur un même site. Plusieurs facteurs peuvent être responsables de ces variations d'effectifs de proies au cours des années. Les variations climatiques, tout d'abord, sont susceptibles de modifier la structure des communautés de proies. Les données pluviométriques permettent de visualiser une variabilité du régime à Tisbalbalt entre les années sèches et les années pluvieuses. Il est important de noter que la variabilité spatiale observée précédemment doit être prise avec précaution. En effet, les échantillonnages n'ont pas eu lieu de façon régulière. Si on met en relation l'année de prélèvement et la pluviométrie associée, on remarque que les prélèvements effectués à Imiter ont plutôt eu lieu suite aux années de sécheresse (1982 et 1983). Donc, le fait de rencontrer plus d'espèces désertiques au niveau d'Imiter pourrait aussi être dû à une croissance des populations de proies adaptées à l'aridité, aux dépens de celles qui ont besoin de végétation.

Il est également possible qu'un effet de la saisonnalité ait biaisé les résultats. En effet, Mehda (2008) avait remarqué l'existence d'une variabilité saisonnière du régime du Grand-duc ascalaphe dans la région d'Ouargla en Algérie. Or, dans le cas présent, les récoltes ont été effectuées à des moments différents de l'année. Une certaine part de la variabilité pourrait donc être expliquée par les variations saisonnières de la présence de proies. Afin de vérifier si ces variations sont bien dues à des événements climatiques annuels, il aurait fallu comparer des lots ayant été prélevés aux mêmes périodes, et de façon régulière. Par exemple, il aurait été intéressant de comparer des lots de pelotes récoltés tous les ans au printemps, sur chaque site, sur la période de 1981 à 2004.

Au-delà du climat, il est possible que d'autres perturbations aient modifié la structure des communautés de proies du Grand-duc au cours du temps. Des facteurs anthropiques ont également pu avoir des impacts sur les populations des espèces consommées. Par exemple, des campagnes de lutte préventive

et de lutte chimique contre certains rongeurs sont régulièrement organisées autour des villes du Maroc afin de lutter contre la leishmaniose cutanée, maladie due à un parasite, et dont la Mérieux de Shaw constitue le principal réservoir (Laamrani El Idrissi *et al.* 1997). Cependant, le programme de lutte contre cette maladie est entré dans sa phase opérationnelle que depuis 1997 (Laamrani El Idrissi 2000). Or, le jeu de données utilisé ne contient pas d'information entre 1988 et 2004. Il est donc difficile de vérifier l'impact de ces campagnes de « dératification ». Encore une fois, un suivi plus régulier aurait été nécessaire.

Un autre type de perturbation est susceptible de modifier les effectifs d'espèces-proies. Le Maroc connaît régulièrement des invasions de criquets pèlerins (*Schistocerca gregaria*). Le seul moyen connu pour lutter contre ce fléau économique, social et environnemental, est la lutte chimique (Lecoq 2004). Or les insecticides répandus en grande quantité s'avèrent être non sélectifs, et ont un impact sur les populations d'arthropodes (Mamadou *et al.* 2005). Une de ces importantes invasions a eu lieu entre 1987 et 1989 (Lecoq 2004). Il est donc possible que certaines variations d'effectifs de proies dans les pelotes soient dues à ce phénomène. Cependant, les résultats ne permettent pas de visualiser un déficit particulier en arthropode dans tous les lots correspondant à cette période. Il est possible que les pulvérisations n'aient pas eu lieu précisément au niveau de l'aire de chasse des Grands ducs dont le régime a été étudié. La lutte antiacridienne peut donc bien être une source de variation, mais qu'on ne peut pas quantifier ici.

❖ Remarques et suggestions

L'identification des proies trouvées dans les pelotes est une tâche pouvant s'avérer délicate, et risquant d'entraîner un biais des résultats. En effet, les mandibules de mammifères sont parfois dégradées (branche montante brisée, dents manquantes, etc.), ce qui peut rendre l'identification difficile. *Denys al.* (1996), ont également montré que les crânes de certains mammifères sont plus sensibles à la digestion que d'autres. Par exemple, les os de Murinés sont plus résistants que les os de Gerbilles. Un certain nombre d'individus d'une espèce dont les os se dégradent facilement risquent d'être oubliés lors du dénombrement, biaisant ainsi les données. De plus, les identifications ont été effectuées par différentes personnes au cours des années. Il est possible que la méthode de comptage ait pu varier d'une personne à l'autre. Par exemple, pour les scorpions, certains ont peut-être compté les glandes à venin et, d'autres les pinces. Ces imprécisions peuvent être une source d'erreurs dans le jeu de données final.

Ensuite, comme mentionné précédemment le manque de régularité dans l'échantillonnage a posé problème lors de l'analyse. Un relevé annuel aurait été préférable pour tenter d'expliquer la variabilité observée. De même, il aurait pu être intéressant de connaître les effets de la saisonnalité sur la composition du régime du Grand-duc. Dans ce cas, des prélèvements mensuels auraient été nécessaires.

De plus, nous sommes ici partis du principe que *Bubo ascalaphus* étant une espèce opportuniste, l'étude de son régime permettrait d'obtenir une idée de la répartition des espèces-proies présentes dans le milieu. Cependant il faut prendre en considération l'écologie des proies potentielles du Grand-duc. En effet, une espèce diurne comme *Psammomys obesus*, sera moins susceptible d'être capturés qu'une espèce nocturne. Il en va de même pour la plupart des oiseaux (Mohedano *et al.* 2014). Les effectifs réels des espèces diurnes risquent donc d'être sous-estimés avec cette méthode (Matos *et al.* 2015).

Afin de compléter ce travail, il faudrait ne pas s'intéresser uniquement aux effectifs de proies, mais aussi à leurs biomasses relatives. En effet, les proies les plus consommées en biomasse relative sont les

mammifères. Bien qu'opportuniste, le Grand-duc effectue une certaine sélection en favorisant les proies ayant un rapport coût/bénéfice faible (Mohedanno et al. 2014). Ainsi, un mammifère sera bien plus intéressant d'un point de vue nutritif pour le rapace qu'un arthropode. La grande quantité de méridiennes retrouvée dans les pelotes peut donc aussi s'expliquer par le fait que leur biomasse importante leur confère un intérêt nutritif plus intéressant qu'une gerbille par exemple (Mohedanno et al. 2014).

Conclusion

Le régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe dans la région de Ouarzazate présente donc une variabilité à la fois spatiale et temporelle. Cependant, les facteurs pouvant expliquer cette variabilité sont multiples et parfois difficiles à quantifier. Une bonne rigueur dans la fréquence des prélèvements permettrait d'identifier plus précisément les sources de variation temporelle.

Ainsi, en consommant les espèces présentes dans leur environnement, les rapaces effectuent une régulation des populations de proies, notamment des espèces nuisibles et ayant tendance à pulluler. De plus, les informations obtenues grâce à l'étude de la composition des pelotes sont à la fois utiles pour développer les connaissances sur l'écologie de ce rapace, mais donnent également une idée de l'évolution de la structure des communautés d'espèces proies. Le réchauffement climatique ou encore les menaces anthropiques, telles que l'urbanisation et la pollution, modifient et dégradent les habitats, perturbant ainsi le fonctionnement des écosystèmes. Un suivi rigoureux de la faune est donc nécessaire. Cette approche, non invasive et reproductible sur la plupart des espèces de rapaces doit donc continuer à être utilisée autant que possible.

Bibliographie

- Aulagnier S., Haffner P., Mitchell-Jones A. J., Moutou F. & Zima J., 2009, *Mammals of Europe, North Africa and the Middle East*. A&C Black, Londres, 272p.
- Agoussine M., El Mehdi Saidi M. M., & Igmoullan B., 2004. Reconnaissance des ressources en eau du bassin de Ouarzazate (Sud-Est marocain) *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section sciences de la Terre, 26 : 81-92.
- Alaya H. B. & Noura S., 2006. Le régime alimentaire de trois espèces de rapaces nocturnes en Tunisie : la Chouette Chevêche, la Chouette effraie et le Hibou grand-duc. *Ostrich*, 78(2) : 377-379.
- Barreau D. & Bergier P., 2001. L'avifaune de la région de Marrakech (Haouz et Hauts Atlas de Marrakech, Maroc). *Alauda*, 69(1) : 167-202.
- Barreau D., Rocher A., Aulagnier S., 1991. *Éléments d'identification des crânes des rongeurs du Maroc*, SFPEM, Puceul, 8p. + 9 planches.
- Beddiaf R., 2008. Étude du régime alimentaire du Hibou ascalaphe *Bubo ascalaphus* (Savigny, 1809) et la Chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769) dans la région de Djanet (Illizi Sahara central). Mém. magister Sci. Agro., Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 163p.
- Biche M., Sellami M., Libois R. & Yahiaoui N., 2001. Régime alimentaire du Grand-duc du désert *Bubo ascalaphus* dans la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila, Algérie). *Alauda*, 69(4) : 554-557.
- Boukhamza M., Hamdine W. & Thévenot M., 1994. Données sur le régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* en milieu steppique (Aïn Ouessera, Algérie). *Alauda*, 62(2) : 150-152.
- Cacciani F., 2004. Étude de micromammifères proies dans les pelotes de régurgitation de rapaces nocturnes d'Afrique tropicale. Intérêts biogéographiques et taphonomiques. Thèse Doct. Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, 118p.
- Denys C., Dauphin Y., Rzebik-Kowalska B. & Kowalski K., 1996. Taphonomic study of Algerian owl pellet assemblages and differential preservation of some rodents : Palaeontological implications. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 39(1) : 103-116.
- Denys C., Granjon L. & Poulet A., 2001. *African small mammals = Petits mammifères africains*. IRD Edition, Paris, 570p.
- Granjon L., & Duplantier J. M., 2009. Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. IRD Editions, Marseille, 215p.
- IUCN, 2012. *The IUCN Red List of Threatened Species* [en ligne]. Consulté le 05/04/2016. Disponible à l'adresse: www.iucnredlist.org/details/22688938/0
- König C. & Weick F., 2008. *Owls of the world*. Christopher Helm, Londres, 527p.

- Kouz K., Cherkaoui Dekkaki H., Cherel S., Maljournal B., Leger C., Attaous B., Cuzin F., Aziki S., 2014. Étude d'impact environnementale et sociale cadre du projet de complexe solaire de Ouarzazate. Moroccan agency for solar energy (MASEN), Ouarzazate, 219p.
- Laamrani El Idrissi A., 2000. Programme de lutte contre les leishmanioses au Maroc. In : *Séminaire national sur la surveillance et la lutte contre les rongeurs*. Royaume du Maroc, ministère de la santé publique, Marrakech, 15-23.
- Laamrani El Idrissi A., Lyacoubi M., Ayoujil M., Mouki B., Barkia A. & Lhayati M., 1997. *Lutte contre les leishmanioses, Guide des activités*. Royaume du Maroc, ministère de la santé publique, Rabat, 107p.
- Laudet F. & Watik H., 2001. Differential representation of gerbilids in European eagle owl (*Bubo ascalaphus*) pellets from Southwestern Algeria. in : C. Denys, L. Granjon & A. Poulet (eds) : *African small mammals = Petits mammifères africains*. IRD Edition, Paris, 377-414.
- Lecoq M., 2004. Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin ? *Sécheresse*, 15(3) : 217-224.
- Lesne L. & Thévenot M., 1981. Contribution à l'étude du régime alimentaire du Hibou grand-duc *Bubo ascalaphus* au Maroc. *Bulletin de l'institut scientifique*, Rabat, 5 : 167-177.
- Lorca V., 1992. Régime alimentaire du Hibou moyen-duc *Asio otus* au Maroc. Maîtrise, Univ. des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 29p.
- Mamadou A., Mazih A. & Inezdane A., 2005. L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de *Pimelia* (Coleoptera, Tenebrionidae) au Niger. *VertigO*, 6(3) : 1-8.
- Matos M., Alves M., Ramos Pereira M. J., Torres I., Marques S. & Fonseca C., 2015. Clear as daylight: analysis of diurnal raptor pellets for small mammal studies. *Animal Biodiversity and Conservation*, 38(1) : 37-48.
- Mebis T., 1989. *Guide des rapaces nocturnes, Chouettes et Hiboux*. Delachaux et Niestlé, Paris, 123p.
- Mehda B., 2008. Variations saisonnières du régime alimentaire du Hibou grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* dans la région d'Ouargla (Sahara septentrional). Mém. Ing. Agro., Univ. Hasdi Merbah, Ouargla, 97p.
- Mikkola H., 2014. *Chouettes et hiboux du monde*. Delachaux et Niestlé, Paris, 527p.
- Mohedano I., Abu Baker A. M., Hunter B., Buchan J., Michaels C. J. & Yamaguchi N., 2014. On the diet of the Pharaoh eagle owl, *Bubo ascalaphus* (Savigny, 1809), in Qatar, with an overview of its feeding habits. *Zoology in the Middle East*, 60(2) : 111-119.
- Morineau A., 2016. *La classification* [PDF, en ligne]. Consulté le 11/04/2016. Disponible à l'adresse: www.deenov.com/Data/Sites/1/docs/classification-tutoriel.pdf

- Peel M. C., Finlayson B. L., McMahon T. A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system*, 11(5) : 1633-1644
- Sándor A.D. & Orbán Z., 2008. Food of the Desert eagle owl, *Bubo ascalaphus*, in Siwa Oasis, Western Desert, Egypt. *Zoology in the Middle East*, 44 : 107-110.
- Saint-Girons M. C., Thévenot M. & Thouy P., 1974, Le régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) et du grand-duc ascalaphe (*Bubo ascalaphus*) dans quelques localités marocaines. *C.N.R.S. Trav. R.C.P.*, 249(2) : 257-265.
- Sekour M., Baziz B., Denys C., Doumandji S., Souttou K. & Guezoul O., 2010-a. Régime alimentaire de la Chevêche d'athena *Athene noctua*, de l'Effraie des clochers *Tyto alba*, du Hibou moyen-duc *Asio otus* et du Grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* : Réserve naturelle de Mergueb (Algérie). *Alauda*, 78(2) : 103-117.
- Sekour M., Souttou K., Denys C., Doumandji S., Ababsa L. & Guezoul O., 2010-b. Place des ravageurs des cultures dans le régime alimentaire des rapaces nocturnes dans une région steppique à Ain El-Hadjel. *Lebanese Science Journal*, 11(1) : 3-12.
- Sellami M. & Belkacemi H., 1989. Le régime alimentaire du Hibou grand-duc *Bubo bubo* dans une réserve naturelle d'Algérie : le Mergueb. *L'Oiseau et R.F.O.*, 59(4) : 329-332.
- Shehab A. H. & Ciach M., 2008. Diet Composition of the Pharaoh eagle owl, *Bubo ascalaphus*, in Azraq Nature Reserve, Jordan. *Turkish Journal of Zoology*, 32(1) : 65-69.
- Speakman J. R., 2008. The Physiological Costs of Reproduction in Small Mammals. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 363(1490) : 375-398.
- Thévenot M., 2006. Aperçu du régime alimentaire du Grand-duc d'Afrique du Nord *Bubo ascalaphus* à Tata, Moyen Draa. *Go-South Bulletin*, 3 : 28-30.
- Vein D. & Thévenot M., 1978. Étude sur le Hibou Grand-duc *Bubo ascalaphus* dans le Moyen-Atlas marocain. *Nos Oiseaux* 34 : 347-351.

Annexe 1 : Tableau de données des effectifs de proies et de pluviométrie par collecte (les numéros de sites sont explicités dans le Tableau 1).

espèces/sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
<i>Elephantulus rozeti</i>	4	1	0	1	8	3	5	2	9	15	4	0	0	4	1	1	0	1	0	5	4	2	0	2	3	1	76
<i>Aterix algerus</i>	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0	1	0	1	5	1	0	0	0	8	5	1	0	1	0	0	28
<i>Crocidura sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chiroptères	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	7	1	2	0	1	2	0	1	3	0	0	0	0	0	20
<i>Lepus capensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4	3	1	3	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	22
<i>Eliomys mumbyanus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Jaculus jaculus</i>	0	0	0	0	33	23	20	25	40	54	25	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238
<i>Gerbillus campestris</i>	1	27	1	0	2	1	2	2	4	6	11	8	55	17	37	11	25	16	4	56	20	6	0	31	2	2	347
<i>Gerbillus amoenus</i>	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	6	14	0	0	0	0	0	4	1	1	45
<i>Gerbillus tarabuli</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Pachyuromys duprasi</i>	0	0	0	0	18	3	8	8	19	30	26	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	120
<i>Meriones crassus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	2	28
<i>Meriones libycus</i>	9	23	60	1	54	38	25	31	68	67	88	45	29	26	20	2	3	1	14	546	94	13	6	178	11	24	1476
<i>Meriones shawii</i>	1	0	0	1	62	4	12	19	16	57	8	4	34	20	34	27	58	45	3	104	27	9	0	52	26	9	632
<i>Psammomys obesus</i>	0	0	0	0	37	8	19	42	49	43	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	225
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mus domesticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	2	1	0	0	1	0	8
<i>Mus spretus</i>	0	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	16	15	163	15	38	43	5	6	23	10	0	33	1	1	387
<i>Rattus rattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	4	0	4	1	1	4	6	1	0	0	0	0	27
Oiseaux	0	9	4	0	20	25	6	21	59	75	36	5	21	11	10	5	9	2	25	113	124	10	0	51	10	1	652
Squamates	0	0	0	0	4	2	1	2	18	39	11	1	8	2	2	1	4	2	0	16	8	0	0	2	0	0	123
Galéodes	1	0	0	1	28	86	7	58	396	114	89	22	1	73	48	4	11	60	36	182	174	28	0	65	336	0	1820
Scorpions	1	0	0	2	80	155	26	64	291	195	82	60	0	35	12	6	6	10	109	276	297	24	0	264	6	3	2004
Divers arthropodes	1	0	0	1	8	14	3	7	80	148	16	11	9	91	33	9	19	44	39	117	109	15	0	65	6	1	846
Amphibiens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Osteichtyens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Total	18	89	65	7	358	363	134	281	1053	860	420	198	192	306	375	89	184	244	236	1438	898	120	6	752	411	46	9143
Pluviométrie																											
20-50	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
50-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80-110	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
110-140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
>200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	

Annexe 2a : Coordonnées des points des sites et des taxons de l'AFC de toutes les proies sur l'ensemble des sites (Figure 6).

	AX1S1	AX1S2		Comp1	Comp2
1	0.07940353	-0.77755109	E.ro	0.26164519	0.02122328
2	-1.62003727	-0.56717010	A.al	-0.46838761	-0.17913785
3	0.14447508	-1.54653721	Cro	0.54363855	-0.28702733
4	0.15958699	-0.06786856	Chiro	-1.17032618	-0.11394779
5	0.31605084	-0.12626344	L.ca	0.01646292	-0.22130874
6	0.45923505	0.10555161	E.mu	-1.14567007	-0.59895414
7	0.47637894	-0.16621871	J.ja	0.66048721	0.10798922
8	0.48165803	0.16577419	G.ca	-1.10184964	-0.33795050
9	0.42975421	0.43262368	G.am	-1.99181109	0.17507581
10	0.28793901	0.04020974	G.ta	-2.03522130	-1.62895504
11	0.37507519	-0.09130607	P.du	0.63373400	0.08244104
12	0.37282778	-0.27602906	M.cr	0.46283932	-0.37533349
13	-1.10587422	-0.46845305	M.li	0.10254733	-0.72042113
14	-0.23039146	0.21285836	M.sh	-0.51492638	-0.04892264
15	-1.78423555	0.43291573	P.ob	0.67149667	0.26747524
16	-1.30885108	0.06901554	A.sy	0.73921954	0.98345819
17	-1.38432882	0.11314993	M.do	-0.99574110	0.96402356
18	-1.03953446	0.52113938	M.spr	-2.02763206	0.42522707
19	0.19732091	0.02416762	R.ra	-1.24157750	-0.16121436
20	0.06989859	-0.52912601	ois	0.10212790	-0.16443412
21	0.10672796	0.01954070	Squa	0.10036844	-0.03579521
22	-0.25700985	0.16561538	Gal	0.25762640	0.66738449
23	0.17639150	-1.63769136	Sco	0.32198977	-0.08982656
24	-0.03991914	-0.34065744	div.arth	-0.10142732	0.05140125
25	0.31530394	1.19156434	Amph	-0.56462247	0.08286983
26	-0.30952691	-1.01539383	Ost	-0.99866260	-0.13563571

Annexe 2b : Poids des points des sites et des taxons de l'AFC de toutes les proies sur l'ensemble des sites (Figure 6).

1	2	3	4	5	6
0.0019687192	0.0097342229	0.0071092639	0.0007656130	0.0391556382	0.0397025046
7	8	9	10	11	12
0.0146560210	0.0307338948	0.1151700755	0.0940610303	0.0459367822	0.0216559116
13	14	15	16	17	18
0.0209996719	0.0334682271	0.0410149841	0.0097342229	0.0201246856	0.0266870830
19	20	21	22	23	24
0.0258120967	0.1572787925	0.0982172154	0.0131247949	0.0006562397	0.0822487149
25	26				
0.0449524226	0.0050311714				

E.ro	A.al	Cro	Chiro	L.ca	E.mu
0.0083123701	0.0030624521	0.0001093733	0.0021874658	0.0024062124	0.0002187466
J.ja	G.ca	G.am	G.ta	P.du	M.cr
0.0260308433	0.0379525320	0.0049217981	0.0003281199	0.0131247949	0.0030624521
M.li	M.sh	P.ob	A.sy	M.do	M.spr
0.1614349776	0.0691239199	0.0246089905	0.0001093733	0.0008749863	0.0423274636
R.ra	ois	Squa	Gal	Sco	div.arth
0.0029530789	0.0713113858	0.0134529148	0.1990593897	0.2191840752	0.0925298042
Amph	Ost				
0.0007656130	0.0005468665				

Annexe 3a : Coordonnées des points des sites et des taxons de l'AFC des mammifères-proies sur certains sites (Figure 8).

	Axis1	Axis2		Comp1	Comp2
2	-0.86465304	-0.0004182004	E.ro	0.52881547	-0.44023309
3	0.28502448	1.0403929368	A.al	-0.29402272	0.17980019
5	0.61989808	-0.4713173214	L.ca	0.25888970	-0.04204230
6	0.77576185	-0.1621263165	J.ja	1.07589830	-0.77203854
7	0.84848089	-0.5729267303	G.ca	-0.64168801	0.07497566
8	0.91224675	-0.7098883446	G.am	-1.30737356	-0.59385648
9	0.88767074	-0.5062516139	P.du	1.03661564	-0.71065655
10	0.72434778	-0.5259050954	M.cr	0.76709990	-0.07307088
11	0.65377900	-0.0180536541	M.li	0.21068595	0.57408953
12	0.62611857	-0.0397669445	M.sh	-0.21157140	-0.18103618
13	-0.61911875	0.0782992551	P.ob	1.08543216	-0.90483423
14	-0.46740247	0.0559366729	M.do	-1.07486885	-0.46604234
15	-1.39420718	-0.5914453444	M.spr	-1.39591679	-0.55979952
16	-0.93020224	-0.4673232260	R.ra	-0.88138563	0.08473728
17	-0.98263552	-0.4442955006	X20.50	0.44419557	-0.01032473
18	-1.16787998	-0.6160912696	X50.80	-0.37083348	-0.52176778
19	-0.38894277	0.3384135351	X80.110	-0.04302507	0.05567939
20	0.09287788	0.7508058662	X110.140	0.06394427	0.22771024
21	-0.28684871	0.3696298921	X.200	-1.31566392	-0.68940886
22	-0.62881798	-0.0461205103			
24	-0.19882736	0.4498971721			
25	0.04528224	-0.2480922605			
26	0.04477240	0.4917435488			

Annexe 3b : Poids des points des sites et des taxons de l'AFC des mammifères-proies sur certains sites (Figure 9).

2	3	5	6	7	8	9	10
0.021323127	0.016949153	0.059595407	0.022416621	0.025150355	0.035538546	0.056861673	0.078458174
11	12	13	14	15	16	17	18
0.051120831	0.027337343	0.039365774	0.023510115	0.073537452	0.017769273	0.036905413	0.034171679
19	20	21	22	24	25	26	
0.007654456	0.200656096	0.050300711	0.012028431	0.083378896	0.014762165	0.011208311	

E.ro	A.al	L.ca	J.ja	G.ca	G.am	P.du
0.0194095134	0.0076544560	0.0060142154	0.0650628759	0.0945872061	0.0123018043	0.0328048114
M.cr	M.li	M.sh	P.ob	M.do	M.spr	R.ra
0.0076544560	0.3991252050	0.1722252597	0.0615090213	0.0021869874	0.1057955167	0.0073810826
X20.50	X50.80	X80.110	X110.140	X.200		
0.0021869874	0.0010934937	0.0016402406	0.0005467469	0.0008201203		

Annexe 4 : Liste illustrée des espèces proies

Ordre	Noms Latins	Noms vernaculaires	Illustration
Rodentia	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Mulot sylvestre	 <p>Source : flickr.com © Phil Winter</p>
Erinaceomorpha	<i>Atelerix algirus</i>	Hérisson d'Algérie	 <p>Source : flickr.com © Orlando Torres Sanchez</p>
Soricomorpha	<i>Crocidura sp.</i>	Musaraigne	 <p>Source : geres-asso.org © Franck Chevalier</p>
Macroscelide	<i>Elephantulus rozeti</i>	Macroscélide de Rozet	 <p>Source : biolob.cz © Klaus Rudloff</p>
Rodentia	<i>Eliomys mumbyanus</i>	Lérot du Maghreb	 <p>Source : michel-aymerich.com © Michel Aymerich</p>

Rodentia	<i>Gerbillus amoenus</i>	Gerbille naine d'Égypte Gerbille charmante	 <p>Source : anglefire.com ©</p>
Rodentia	<i>Gerbillus campestris</i>	Gerbille champêtre Gerbille des rochers	 <p>Source : superstock.com © Gerard Lacz</p>
Rodentia	<i>Gerbillus tarabuli</i>	Gerbille de Lybie	 <p>Source : magornitho.org ©</p>
Rodentia	<i>Jaculus jaculus</i>	Petite gerboise Gerboise des steppes	 <p>Source : flickr.com © Guy Haimovitch</p>
Lagomorpha	<i>Lepus capensis</i>	Lièvre du Cap	 <p>Source : flickr.com © Clare Ward</p>

Rodentia	<i>Meriones crassus</i>	Mérione du désert	 <p>Source : zooinstitutes.com©</p>
Rodentia	<i>Meriones libycus</i>	Mérione à queue rouge Mérione de Lybie	 <p>Source : alisirhan.com ©</p>
Rodentia	<i>Meriones shawii</i>	Mérione de Shaw	 <p>© Jane Burton / naturepl.com Source : naturepl.com © Jane Burton</p>
Rodentia	<i>Mus domesticus</i> <i>Mus musculus</i>	Souris grise Souris domestique Souris commune	 <p>Source : decorum-premier-pest-control.co.uk ©</p>
Rodentia	<i>Mus spretus</i>	Souris d'Afrique du Nord Souris sauvage Souris à queue courte	 <p>Source : flickr.com © Matthieu Barroneau</p>

Rodentia	<i>Pachyuromys duprasi</i>	Pachyuromys à queue en massue Gerbille à queue grasse Souris à grosse queue	 <p>Source : geres-asso.org © Francisco Jimenez Cazalla</p>
Rodentia	<i>Psamommys obesus</i>	Rat des sables diurne	 <p>Source : flickr.com © Graham Ekins</p>
Rodentia	<i>Rattus rattus</i>	Rat noir	 <p>Source : geres-asso.org © Tan Tekiela</p>
Solifugae	<i>Galeodidae</i> (famille)	Galéode	 <p>Source : geres-asso.org © Michel Aymerich</p>