

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE



Année : 2015

N° d'ordre : 268

Identification et chronologie de la progression de *Gerbillus nigeriae* (Thomas et Hinton, 1920) au nord du Sénégal à partir de l'analyse des pelotes de rejection de la Chouette Effraie (*Tyto alba*) (Scopoli, 1769)

Mémoire de Diplôme de Master en Biologie Animale

Spécialité : GENETIQUE DES POPULATIONS

Présenté et Soutenu le 27/10/2015

Par

Mr Kodé FALL

Né le 23 Avril 1988 à Dara Palène

MEMBRES DU JURY

PRESIDENT: Mr Mbacké SEMBENE, Professeur, FST/UCAD

MEMBRES : Mr Alain Gérard SECK, Chargé de Recherche IFAN/UCAD : Examineur

Mr Massamba THIAM, Chargé de Recherche IFAN/UCAD : Encadreur

Mr Pape Ibnou NDIAYE, Maître-Assistant, FST/UCAD : Examineur

Ce travail a été réalisé dans les locaux du laboratoire de Zoologie des Vertèbres terrestres de l'Institut Fondamental d'Afrique noire Cheikh Anta Diop de Dakar, et a bénéficié d'un financement du projet CERISE (**SCEnarios of Rodent Invasion in the SahEl: Global change impact on the expansion of the Nigerian Gerbil and the House Mouse in Senegal**) coordonné par Laurent GRANJON, et Massamba THIAM.

Mes remerciements vont :

A Monsieur Laurent GRANJON, directeur de recherche de l'IRD coordonnateur du Projet CERISE qui a accepté de financer ce master

A Monsieur Massamba THIAM, chargé de recherche à l'IFAN Ch. A.DIOP à qui j'ai une profonde reconnaissance pour avoir accepté de m'encadrer mais aussi ses conseils délivrés au cours de la rédaction de ce mémoire.

Au professeur Pape Mbacké SEMBENE professeur titulaire à la FST qui a accepté d'être le président du jury pour juger ce travail.

A Monsieur Alain Gérard SECK, Chargé de recherche à l'IFAN-CAD et chef de laboratoire de ZVT de l'IFAN qui a accepté de juger ce travail en étant membre du jury.

A Monsieur Pape Ibnou NDIAYE, Maitre-assistant au département de Biologie Animale de la FST, qui a accepté d'être dans le jury et juger ce travail.

A mes parents à Dara Palène que Dieu vous garde:

qui m'ont soutenu et encouragé au cours de mes études et qui ont tant attendu ce jour, je leur dédie ce travail avec toute mon affection.

A mon guide spirituel Cheikh Ahmadou Bamba Khadim Rassoul.

A Papa Abdou FALL et sa famille à Kaolack pour leur soutien.

A Papa Moussa NIANG et sa famille à Cambérène pour leur soutien.

A mes frères, sœurs, cousins et cousines et à tous qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus.

SOMMAIRE

RESUME

INTRODUCTION.....	
II SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
II.1. PROBLÉMATIQUE DES INVASIONS BIOLOGIQUES.....	2
II.2. QUI EST GERBILLUS NIGERIAE ?.....	5
III MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	7
III.1. LA CHOUETTE EFFRAIE (<i>TYTO ALBA</i>)	7
III.2. FORMATION DES PELOTES.....	8
III.3. COLLECTE DES PELOTES.....	9
III.4. TRAITEMENT DES PELOTES.....	10
III.5. IDENTIFICATION DES PROIES.....	10
IV RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	12
IV.1. RESULTATS.....	12
IV.2. DISCUSSION.....	21
V CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	26

ANNEXE

Résumé

Pour identifier et étudier la chronologie de la progression de *Gerbillus nigeriae* au nord du Sénégal, nous avons analysé 8026 pelotes et restes « en vrac » collectés entre 1989 et 2015 dans 96 sites inscrits entre les latitudes 13°N et 16°N. Dans ces pelotes, nous avons identifié 20210 proies.

Pour mieux mener à bien cette analyse diachronique, nous avons effectué des mensurations des mandibules et des crânes des gerbilles trouvées dans ces pelotes. Les données obtenues ont été réparties dans le temps (tranches de 5 ans) et dans l'espace (tranches latitudinales) afin de pouvoir confronter les résultats non seulement dans le temps et dans l'espace, mais aussi de pouvoir les comparer avec les données obtenues dans les années 70 et 80 par différentes méthodes d'échantillonnage (collecte de pelotes, piégeages et capture manuelle) dans les mêmes zones.

Gerbillus nigeriae représente 49,81% des rongeurs retrouvés dans le lot de pelotes analysées. Elle est l'espèce de Gerbillinés la plus abondante dans le nord du pays. Elle y apparaît largement plus fréquente que *Gerbillus henleyi* et *Gerbillus tarabuli*, mise en évidence dans le nord du Sénégal une dizaine d'année avant l'arrivée de *G. nigeriae*.

La progression de la gerbille nigériane vers le sud semble impacter sur les *Taterillus* qui étaient les principaux Gerbillinés de la partie septentrionale du Sénégal mais aussi sur les autres rongeurs.

I INTRODUCTION

Notre domaine d'étude est la partie du Sénégal située au nord de la Gambie. Cette partie du pays est incluse dans le Sahel qui est une bande de territoire marquant la transition à la fois floristique et climatique entre les domaines saharien et soudanien. Popov (1996) indique que de telles zones sont écologiquement instables et peuvent subir des changements rapides.

Cette zone est comprise entre les isohyètes 200 et 600 mm, elle possède un climat semi-aride chaud avec une alternance marquée entre une courte saison humide estivale et une très longue saison sèche. Les importantes variations climatiques qui ont frappé le Sahel au cours de ces dernières années, ont focalisé l'attention sur cette région.

Le Sahel a enregistré de profonds changements climatiques durant les siècles passés (Nicholson, 1978), et un épisode de désertification depuis la fin des années soixante (60) est reconnu sur l'ensemble de la zone sahélo-soudanienne en Afrique de l'Ouest (cf. synthèses de Hulme, 1992 et Moron, 1994). Cependant, nous assistons depuis les années 2000 à une tendance vers un retour à la normale des pluies dans la zone sahélienne.

Handschumacher *et al.* (1992) indiquent, dans le nord du Sénégal, que la pluviométrie est en constante diminution depuis les années trente (30). Un épisode de sécheresse très marquée a également eu lieu depuis le début des années soixante-dix (70) même si depuis les années 2000, la pluviométrie connaît une nette progression (Sagna, 2005 : Thèse de Doctorat).

Ces changements climatiques ont-ils un effet sur les végétaux, animaux et sur la communauté de rongeurs dans la partie nord du Sénégal, la réponse à cette hypothèse fera le corps de notre travail.

Pour identifier et étudier la chronologie de la progression des rongeurs et surtout l'espèce *Gerbillus nigeriae* qui est une espèce invasive dans la partie nord du Sénégal, nous avons utilisé les pelotes de régurgitation de la chouette effraie (*Tyto alba*). L'utilisation des pelotes de chouette est un moyen commode pour connaître la composition faunistique d'un milieu donné. (Saint-Girons & Spitz, 1966).

Nous nous sommes donné comme objectif dans ce travail, de répertorier tous les individus de *Gerbillus nigeriae* dans les pelotes durant toute la durée de l'échantillonnage afin de pouvoir faire une analyse diachronique complète de l'espèce dans la zone d'étude.

Entre 1989 et 2015, dans les 8026 pelotes que nous avons collectées dans 96 localités, traitées et identifiées. Nous avons constaté que les gerbilles, en l'occurrence *Gerbillus nigeriae* qui n'est connue au Sénégal que depuis la fin des années 90 est aujourd'hui l'espèce la plus représentée dans la partie septentrionale de Sénégal (Ba et al, 2000, Granjon et al, 2001, Ba et al. 2006, Thiam 2007 et Thiam et al, 2008, Thiam et al., 2011).

Dans la zone sahélienne, la gerbille nigériane (*Gerbillus nigeriae*) est sans conteste l'un des principaux prédateurs des cultures sèches (Hima 2010).

Pour suivre l'évolution des communautés de gerbilles dans le temps, nos résultats dans la zone sahélienne ont été comparés avec les données obtenues entre avril 1989 et mars 1990 à partir de récolte de pelotes de chouette par Bâ et al. (2000) dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj (Delta du Sénégal). Ils ont été comparés également avec les données obtenues par piégeages entre juillet 1990 et juillet 1993 par Duplantier et Sène (2000) autour de la ville de Richard-Toll (zone de mise en évidence de *Gerbillus nigeriae*), mais aussi avec les données de Bâ (2002) obtenues entre juillet 1998 et mai 2001 par piégeages et captures manuelles en Mauritanie.

Gerbillus nigeriae progresse vers le sud (Thiam et al. 2011), pour occuper aujourd'hui l'ensemble du Ferlo jusqu'à moins de 15° de latitude nord (Bâ et al. 2006, Thiam 2007). Elle y est devenue une des espèces dominantes des communautés de rongeurs des habitats naturels.

Ce travail va nous permettre de répondre aux questions suivantes :

Les changements climatiques ont-ils des effets sur les rongeurs ?

Peut-on parler d'invasion biologique avec *Gerbillus nigeriae*?

L'espèce *Gerbillus nigeriae* a-t-elle exercé des effets sur les autres gerbilles en particulier et sur les autres rongeurs en général ?

II SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

II.1. PROBLÉMATIQUE DES INVASIONS BIOLOGIQUES

Les invasions biologiques par des espèces envahissantes sont largement reconnues comme une composante importante des changements environnementaux globaux causés souvent par l'homme. Certaines barrières biogéographiques historiques qui jadis, limitaient la propagation d'organismes dans de nouveaux paysages ont été réduites, créant ainsi une

opportunité pour les espèces à coloniser, et dominer dans certains cas, de nouveaux environnements (Pimentel *et al* 2010).

La problématique des espèces invasives ou envahissantes est un thème d'étude majeur (Dukes & Mooney, 1999 ; Shea & Chesson, 2002), principalement chez les végétaux mais aussi chez des insectes (Tsutsui *et al.* 2000, Schneider *et al.* 2004), plus rarement chez des vertébrés (Leblois *et al.* 2000). Pimentel *et al* (2010) estiment que la croissance démographique, les progrès technologiques et infrastructurels, et ont réorienté les activités humaines et ont transformé les utilisations des terres vers une intensification agricole. Ces phénomènes ont modifié drastiquement la bio-géochimie de la terre et ont influencé la répartition des ressources biologiques de la planète (Vitousek *et al.* 1997b). Ceci ne peut pas être sans conséquences sur la biologie, l'écologie et la redistribution des espèces animales et végétales.

Avec la mondialisation et le développement exponentiel des flux internationaux de personnes et de marchandises depuis le début du XXe siècle selon Richardson & Pyšek (2008), ces invasions biologiques augmentent de manière significative. En Europe, Lambdon *et al* (2008) mentionnent ainsi que les espèces végétales invasives présentes en Europe augmentent significativement depuis le début du XVIIIème siècle. Ces espèces invasives entraînent souvent des pertes économiques significatives qui peuvent se chiffrer à des valeurs extrêmement élevées selon Olson (2006). Elles peuvent aussi affecter la biodiversité et/ou poser des problèmes de santé publique (Money & Cleland 2001, Clavero & Garcia-Berthou 2005, Pyšek & Richardson 2010).

Le cas du lac Victoria en Afrique est une illustration typique d'invasion biologique. Goudswaard *et al.* (2008) indiquent que des poissons Cichlides du genre *Haplochromis* et *Oreochromis* s'y développaient tranquillement. Cependant, l'introduction de la perche du Nil *Lates niloticus* en 1954 qui est un grand prédateur et qui s'est développé de manière asynchrone dans l'ensemble du lac (Goudswaard *et al.* 2008) a bouleversé sa biodiversité.

Les invasions biologiques sont très souvent le résultat d'interventions humaines. Ceci est vrai chez les rongeurs où quasiment tous les cas concernent des espèces commensales de l'homme, appartenant aux genres *Rattus* (rats) et *Mus* (souris). Beaucoup d'études sont consacrées à la colonisation d'îles par ces espèces : par exemple les souris à Madère (Gündüz *et al.*, 2001) et à Madagascar (Duplantier *et al.*, 2002), le rat noir aux îles Christmas (Pickering & Norris, 1996), le rat polynésien dans les îles du Pacifique (Roberts, 1991). Le

trait commun à toutes ces études est aussi qu'il s'agit de colonisations passées, datant de 500 à un peu plus de 100 ans pour les plus récentes.

En ce qui concerne la gerbille nigérienne qui fait l'objet de notre étude, elle n'était pas connue au Sénégal avant les années 90 (Poulet et al. 1982, 1984). Les travaux récents de Bâ (2006) montrent qu'une troisième espèce de gerbille (*G. nigeriae*) vient de pénétrer au Sénégal mais aussi les deux autres espèces (*Gerbillus henleyi* et *G. tarabuli*) ont atteint la moitié du pays dans le sens nord-sud, en un peu plus de 10 ans. A notre connaissance un tel envahissement d'un pays en un temps si court et sur des superficies si importantes fait parti des exceptions connues chez les rongeurs. L'intérêt novateur du modèle *Gerbillus* est qu'il s'agit d'une part d'un genre non commensal de l'homme, qui réalise donc son invasion par ses propres moyens de déplacement et d'autre part que cette invasion se déroule actuellement sous nos yeux avec une rapidité jamais évoquée chez un petit vertébré terrestre. Face à ce constat, que le programme CERISE s'est donné comme mission de faire une étude diachronique de *Gerbillus nigeriae* en utilisant les pelotes de chouette effraie comme matériel biologique.

Gerbillus nigeriae est un exemple typique d'espèce invasive dans la mesure où elle est en train d'envahir de nouveaux écosystèmes qui jadis étaient occupés par des espèces natives. Selon Ribera et Boudouresque (1994) il existe des critères de reconnaissance pour une espèce susceptible de devenir invasive. Parmi ces critères on peut énumérer une aire de répartition nouvelle pour l'espèce qui a tendance à pulluler dans cette nouvelle aire pendant un certain temps au moins, une source d'introduction potentielle existante à proximité (qui est dans ce cas d'espèce la Mauritanie ou le Mali) et le fait que la nouvelle population ne possède qu'une partie de la variabilité génétique de l'espèce dans son aire d'origine par effet fondation. Tous ces critères sont vérifiés avec notre modèle biologique qui est *Gerbillus nigeriae*. Selon Khalanski, (2001) parmi ces critères de reconnaissance d'espèces envahissantes on peut citer, comme on le constate chez *Gerbillus nigeriae* (Thiam 2007, Thiam et al 2008, Thiam et al 2011, Hima et al 2011), une grande faculté d'adaptation aux conditions environnementales en tenant compte des facteurs écologiques et biologiques, une reproduction efficace (Sicard et al, 1988, Noma 2001) et une bonne exploitation ressources trophiques (Thiam 2007).

II.2. QUI EST *GERBILLUS NIGERIAE* ?

Elle a été décrite au Sénégal pour la première fois à la fin des années 90 par Bâ (2002, voir aussi Bâ et *al.* 2006). Elle n'a pas été décrite par Poulet (1982, 1983) en ce qui concerne les travaux d'identification effectués sur les 796 pelotes ramassées de 1970 à 1977 dans le Ferlo au Sénégal. En peu de temps (moins de deux décennies), la gerbille nigériane a colonisé toute la partie nord du pays pour y devenir dominante dans les communautés de rongeurs (Thiam 2007, Thiam et *al.* 2008). Elle a été même capturée jusqu'à hauteur de Touba (mission de M. Thiam et K. Bâ en 2013 ; données non publiées), c'est-à-dire à plus de 150 kilomètres au sud du site de sa mise en évidence. *Gerbillus nigeriae* envahit les cultures sèches et se caractérise par une résistance à une restriction hydrique poussée (Nomao, 2001, Thiam et *al.* 2011). C'est un petit rongeur dont le poids moyen est de 25 à 26 g environ (Thomas et Hinton, 1920). La queue mesure environ 110 à 130 % de la longueur totale de la tête et du corps. Cette espèce est réputée potentiellement pullulante au Niger (Nomao et Gautun, 2002) et au Burkina-Faso (Sicard, 1987) avec des densités moyennes de 0 à 150 individus par hectare. *G. nigeriae* est une espèce typiquement sahéenne (Cf. figure 1 : Granjon et Duplantier 2009).

Femelles						Mâles				
Pds	LTC	LQ	Or	Pp		Pds	LTC	LQ	Or	Pp
24,6	93,6	114,8	14,0	23,4	Moyenne	25,8	95,3	116,2	14,2	24,0
4,1	6,2	8,1	0,8	1,3	Écart-type	5,3	6,5	8,9	0,8	1,1
18	80	98	12	21	Min	18	80	99	12	22
44,7	111	139	16	27	Max	43,3	111	154	16	27
126	143	97	141	135	N	134	152	114	149	145

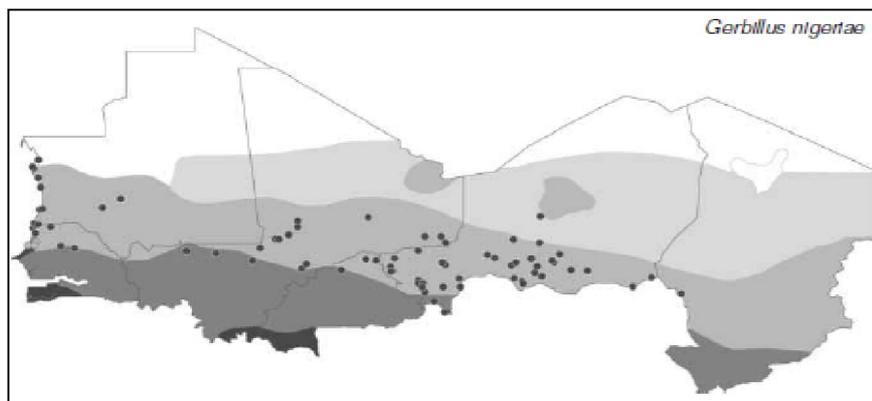


Figure 1 : Tableau des mensurations corporelles et carte de distribution de *Gerbillus nigeriae* dans le Sahel d'après Granjon et Duplantier (2009).

La gerbille nigériane (figure 2) a un pelage doux et des soles plantaires velues. Elle creuse des terriers profonds (plus de 80cm) et complexes (nombreuses galeries et orifices d'aération comblée par des manches de *Cenchrus biflorus* ou elle amasse d'énormes quantités de graine lui permettant d'estiver de mars en mai). Pendant toute cette période, lutter contre *Gerbillus nigeriae* est inefficace (Sicard et al. 1988, 1992).



Figure 2 : photo de *Gerbillus nigeriae*.

Gerbillus nigeriae a fait l'objet d'une cartographie précise pour deux raisons : la première parce qu'elle présente des variations chromosomiques étonnantes, la seconde parce qu'elle est omniprésente dans toutes les surfaces sableuses des zones soudaniennes et sahéliennes où l'on cultive le mil et le niébé au Niger.

D'un point de vue chromosomique, *Gerbillus nigeriae* est connue pour être l'espèce de Mammifère présentant le plus fort polymorphisme (Tranier, 1975 ; Volobouev et al., 1988 ; Volobouev et al., 1995b), polymorphisme dû à de multiples translocations robertsoniennes (c'est-à-dire une fusion de deux chromosomes acrocentriques pour donner un unique chromosome métacentrique) et des variations particulièrement complexes d'hétérochromatine (Volobouev et al., 1988b, 1995b) qui peut représenter jusqu'à 50 % de la longueur caryotypique totale (Volobouev et al., 1995b).

Son nombre fondamental autosomal varie de 120 à 144, conséquence de la présence sur toutes les paires d'autosomes de petits bras hétérochromatiques lorsque les chromosomes ne sont pas transloqués (Viegas-Péquignot et al. 1984 ; Volobouev et al. 1988b). Le

chromosome X est un grand acrocentrique, tandis que le Y est un métacentrique (Tranier, 1975).

III MATERIEL ET METHODES

III.1. LA CHOUETTE EFFRAIE (*TYTO ALBA*)

La Chouette Effraie (*Tyto alba*) est un rapace nocturne cosmopolite appartenant à l'ordre des Strigiformes et la famille des Tytonidae. (figure3).



Figure3. Chouette effraie, *Tyto alba* : (Photo Jean-Marc Duplantier / IRD)

Tantôt très blanche dessous, tantôt roussie et tachetée selon sa race, l'Effraie est plus pâle que les autres nocturnes, presque blonde et argentée à l'envol. Son masque en forme de cœur, d'aspect changeant mais toujours nettement bordé, la rend facile à reconnaître. Son rythme vital a besoin d'une longue phase d'apathie et de digestion exemptée de dérangement. Ce fait accuse d'autant plus le caractère nocturne de son activité, ajusté d'ailleurs à celui de

ses victimes. La chouette effraie parcourt volontiers des itinéraires réguliers ou elle s'arrête aux meilleurs postes d'affût. L'oiseau peut s'éloigner jusqu'à deux kilomètres de son repaire (Géroudet, 1965).

Les rapaces sont des prédateurs qui forment des pelotes de « réjection » ou « régurgitation ». Ces pelotes comprennent toutes les parties indigestes des proies (poils, os, carapaces...) qui ont été compactées dans le gésier et subissent des mouvements de rotation hélicoïdale avant d'être recrachées. Par leur contenu en éléments squelettiques, ces pelotes présentent des intérêts multiples : enrichissement de l'inventaire faunique d'une région, meilleures connaissances des habitudes de chasse des prédateurs, utilisation en taphonomie. Ce sont les pelotes de réjection qui vont s'accumuler en très grande quantité au pied de l'aire de repos des rapaces (Chaline et Mein, 1979).

Le régime alimentaire de la chouette effraie *Tyto alba* (Strigiformes, Tytonidae) a fait l'objet de nombreux travaux dans le monde. On peut citer entre autres : en Europe, les travaux de Temme (2003) au Portugal, de Love et al (2002) en Grande Bretagne, de Varuzza et al. (2001) et de Salvati et al. (2002) en Italie. Dans le continent américain, on a les travaux de Lyman et al. (2001) aux Etats-Unis et de Bonvicino et Bezerra (2003) au Brésil central. En Australie, Heywood et Pavey (2002) relatent l'importance des rongeurs dans le menu du rapace. Sur le continent africain, les travaux concernant le régime de la chouette effraie sont moins nombreux. En Afrique orientale on peut citer le cas de Laurie (1971) et Norris (1972). En Afrique australe, nous pouvons citer entre autres les travaux de Denys et al. (1999), de Van Zyl (1994), de Mac Donald et Dean (1984), de Nel et Rautenbach (1975), de Wilson (1970), et de Davis (1959). En ce qui concerne l'Afrique du Nord, nous citerons Thévenot (1994) en Algérie, Valverde (1957) puis Thévenot et al. (1998) au Sahara Occidental. En Afrique occidentale on peut citer les travaux de Demeter (1978) au Nigeria, de Granjon et al. (2001) et de Poulet (1974) en Mauritanie, de Wilson (1957) et de Granjon et Traoré (2007) au Mali, de Poulet (1980), de Bâ et al (2000), de Granjon et al (2001), de Thiam (2007) et de Thiam et al, (2008) au Sénégal.

III.2. FORMATION DES PELOTES

Tués par la pression des serres, les micro-vertébrés sont ingérés et soumis à l'action des sucs digestifs. Les chairs sont digérées mais les poils et les éléments du squelette

constituent autant de résidus insolubles. Ces restes, dans l'estomac du rapace, sont animés d'un mouvement de rotation hélicoïdale qui aboutit à la constitution d'une masse ovoïde grisâtre, où les ossements sont enrobés par les poils, que le rapace va rejeter au bout de quelque temps. Ce sont les pelotes de réjection (figure 4) qui vont s'accumuler en très grande quantité au pied de l'aire de nidification des rapaces (Chaline et Mein, 1979).



Figure 4. Pelote rejection de chouette effraie (*Tyto alba*)

III.3. COLLECTE DES PELOTES

Les pelotes ont été collectées par Massamba Thiam, Jean Marc Duplantier, Laurent Granjon et Kalidou Bâ entre 1989 et 2015, dans 96 localités situées dans la partie nord du Sénégal (Figure 5), au niveau des nichoirs habituels de la chouette comme par exemple des châteaux d'eau, des vieux bâtiments abandonnés, sous les grands arbres etc..... Après chaque récolte, les pelotes sont mises dans des sachets en plastique dans lesquels est introduite une étiquette portant mention de la date, du lieu, du site et des coordonnées géographiques. Nous avons effectué des mensurations aussi bien sur le crane que les mandibules à l'aide d'un pied à coulisse sur un total de 7043 individus.

Au total 8026 pelotes et un certain nombre d'amas de restes « en en vrac » ont été ramassés.

morphologie crânienne et dentaire. Dans les pelotes, il est facile de faire la différence entre les rongeurs, les musaraignes, les chiroptères, les oiseaux, les batraciens et les insectes. En ce qui concerne les rongeurs, nous nous basons sur les dessins de Rosevear (1969) sur la morphologie des crânes entiers ou fragmentés, des mandibules et des dents, pour la diagnose générique ou spécifique des restes.

En ce qui concerne les gerbilles qui font l'objet de cette étude, nous effectuons des mensurations à l'aide d'un pied à coulisse au niveau des crânes et des mandibules (voir Figure 6)

Les mesures suivantes ont été prises :

- la longueur de la mandibule (LM)
- la plus grande longueur du crâne (GLC)
- la constriction inter orbitaire (CIO)
- la longueur des fosses palatines antérieures et postérieures (FPA et FPP)



Figure 6. Mensuration du crâne et de la mandibule de Gerbille à l'aide d'un pied à coulisse.



Figure 7. Photo de crâne de Gerbille (www.rongeurs.net)

A l'aide d'une loupe on regarde l'usure dentaire (Figure 7) pour estimer l'âge de l'animal.

Les dents peuvent être dans ce cas :

Usées (+), Moyennement Usées (++) et Très Usées (+++).

En se basant sur les travaux de Thiam et *al.* (2008) les longueurs de mandibules des trois principales espèces de gerbilles sont comprises dans les intervalles suivants.

Espèces	Longueur Mandibule (en mm)
<i>Gerbillus henleyi</i>	7.5 – 11.5
<i>Gerbillus nigeriae</i>	9.5 – 15.5
<i>Gerbillus tarabuli</i>	13 – 17.5

IV RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. RESULTATS

8026 pelotes contenant 20161 proies ont été récoltées dans 96 localités de la moitié nord du pays. Dans certaines localités comme celle de Richard Toll, nous avons collecté jusqu'à près de 3000 pelotes (Figure 8).

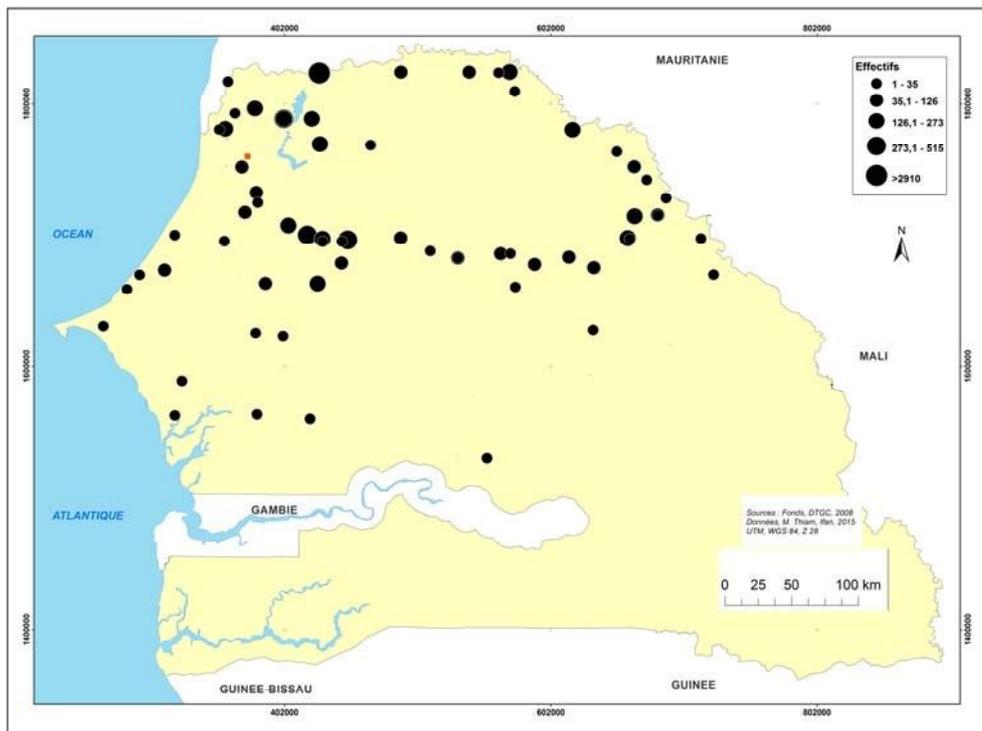


Figure 8. Carte des effectifs des pelotes dans les sites de collecte.

Etant donné que les pelotes ont été collectées entre 1989 à maintenant, et en particulier dans le but de suivre l'évolution de la présence de *Gerbillus nigeriae* parmi les proies de la chouette effraie, nous avons classé les pelotes dans le temps (par tranche de 5 ans) et dans l'espace (par tranches de latitudes).

Concernant les proies contenues dans le régime alimentaire de la chouette, nous avons constaté que les rongeurs constituent les principales proies du rapace. Ils représentent partout plus de 68% du menu de la chouette.

Les crocidures constituent la seconde catégorie de proies du rapace dans notre échantillonnage, exception faite entre 2010 et 2015, où les oiseaux viennent après les rongeurs dans le choix de la chouette.

Les chiroptères et les batraciens ne sont pas très bien représentés dans le menu du rapace.

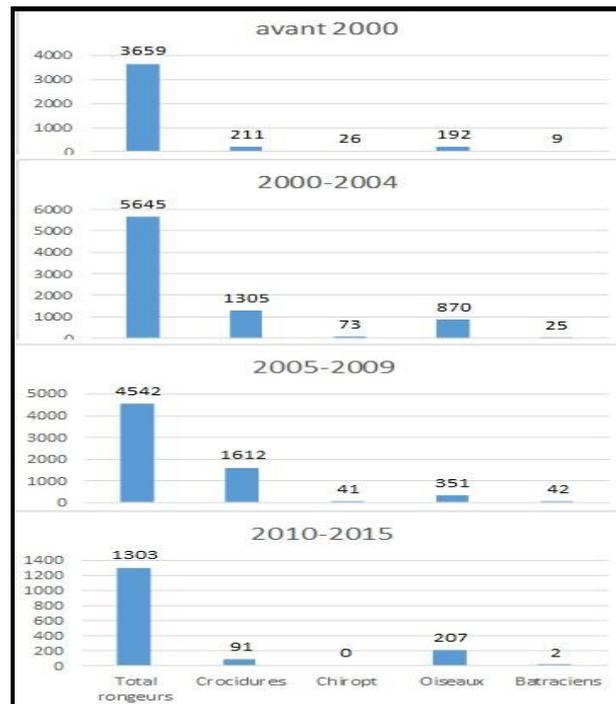


Figure 9. Fréquence des proies dans les pelotes de chouette effraie avant 2000, entre 2000 et 2004, entre 2005 et 2009 et après 2010.

Dans le classement par tranches de latitudes (de 1°) du nord au sud et pour cette partie qui est au nord de 16°00, le menu de la chouette effraie est dominé par les rongeurs avec 86,72% et les oiseaux occupent le second rang d'abondance avec 7,46% des proies. Les crocidures représentent 4,98% ensuite les batraciens et les chiroptères constituent respectivement 0,42% et 0,41% des proies en quatrième et cinquième places (figure 10).

Entre 16°00 et 15°00, les rongeurs, comme au nord de 16°00, constituent les principales proies de la chouette avec plus de 73% des captures. Les musaraignes occupent le second rang avec près de 20% du total des proies du rapace. Les oiseaux arrivent en troisième position, suivis respectivement par les batraciens et les chiroptères avec 0,39% et 0,26%.

Entre les latitudes 15°00 et 14°00 les rongeurs dominent le menu de la chouette comme précédemment avec 44%. On note pour cet espace l'augmentation des fréquences des crocidures (avec 40%) et des oiseaux (avec 14%) par rapport à la latitude 16°00/15°00. Suivent les chiroptères avec 2, 2% et les batraciens avec 0,25%.

Au sud de 14°00, nous n'avons pas beaucoup de pelotes comparativement aux échantillons précédents. Ici, les crocidures représentent les proies principales de la chouette avec plus de 78%. Ils dépassent largement les rongeurs qui ne constituent ici que 18,79 %. Les oiseaux, les chiroptères et les batraciens sont peu représentés avec respectivement 1,77%, 0,88% et 0,25%.

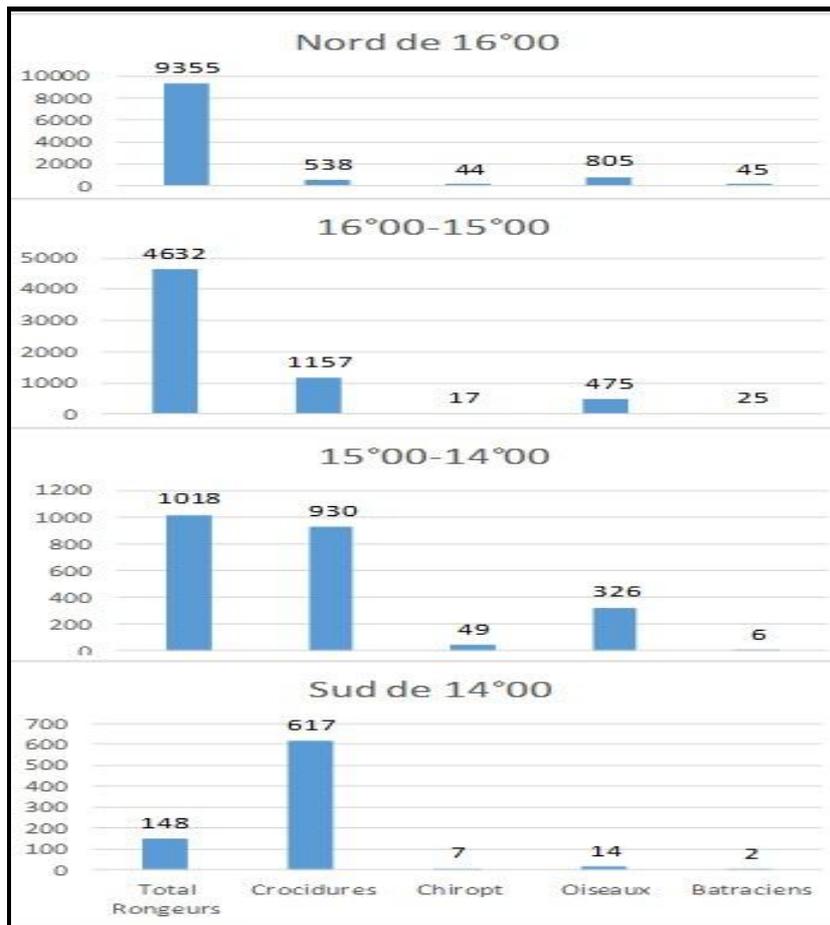


Figure 10. Fréquence des proies dans les pelotes de chouette effraie au nord de 16°00, entre les latitudes 16°00 et 15°00, entre les latitudes 15°00 et 14°00 et au sud de 14°00

En ce qui concerne les rongeurs, nous avons essayé de connaître les proportions des différentes espèces de gerbilles et plus particulièrement celle de *Gerbillus nigeriae* dans le menu de la chouette effraie entre 1989 et 2015 (figure 11).

Les identifications nous ont permis de voir que dans les pelotes, toutes années confondues, nous avons sept (7) genres de rongeurs, repartis répartis dans deux sous-familles : celle des Murinés et celle des Gerbillinés.

Avant l'année 2000 (figure 11), les résultats montrent que *Mastomys* domine largement dans le menu de la chouette avec plus de 25 % des proies. Ce genre est suivi respectivement par *Gerbillus tarabuli* (23,39%), *Gerbillus henleyi* (17,16%) et *Taterillus spp* (14%). *Arvicanthis niloticus* occupe la cinquième place avec près de 9% des captures. Les *Gerbillus spp* représentent un peu plus de 2%. *Desmodiliscus braueri*, *Mus (Nannomys) sp* et *Mus musculus* représentent moins de 2% des proies du rapace. Dans ce lot, la gerbille nigériane (*Gerbillus nigeriae*) est (quasi-) absente dans les pelotes avant 2000.

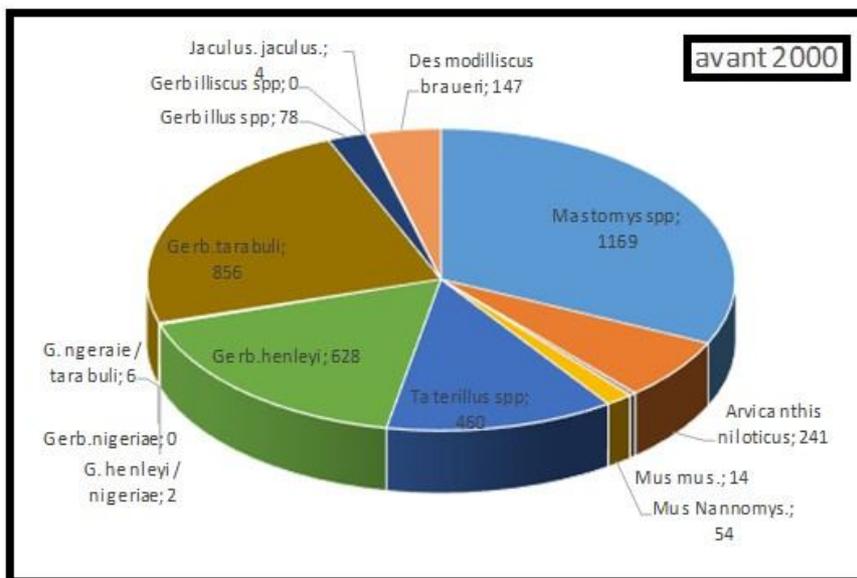


Figure 11. Fréquences des rongeurs dans les pelotes de chouette effraie avant 2000.

Entre 2000 et 2004 (figure 12), sur les 5645 rongeurs identifiés dans les pelotes de chouette effraie, nous avons constaté que les Gerbillinés constituent plus de 75% des captures. Concernant les gerbilles, *G. nigeriae* qui était absente dans les pelotes avant 2000, est dominante avec près de 27% des occurrences. *Gerbillus tarabuli* et *G. henleyi* représentent respectivement 4 % et 8,4%. Les *Taterillus spp* et les *Mastomys spp* viennent après la gerbille nigériane avec chacun plus de 14% du menu du rapace.

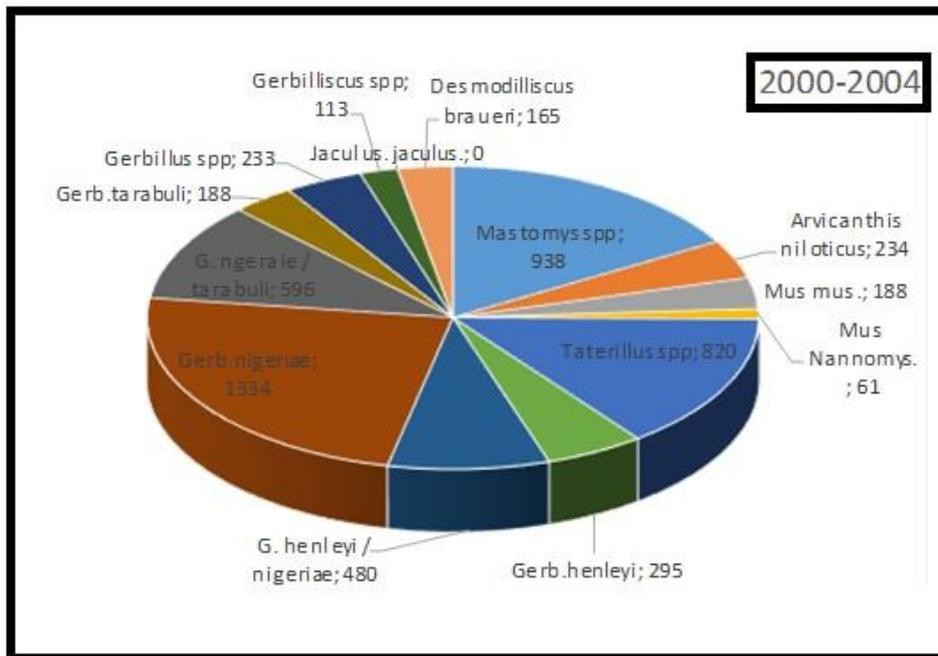


Figure 12. Fréquences des rongeurs dans les pelotes de chouette effraie entre 2000 et 2004

Entre 2005 et 2009 (figure 13), sur 4539 individus rongeurs, *Gerbillus nigeriae* est toujours dominante dans le menu du rapace avec plus de 38% des proies. Corrélativement à la progression de *G. nigeriae* dans le temps, nous constatons une diminution des fréquences dans les pelotes des *Mastomys spp.* *Taterillus spp* représente en terme d'effectifs le second choix de la chouette avec près 26% des proies. *Mus musculus*, *Mus (Nannomys) sp*, *Desmodilliscus braueri*, *Arvicanthis niloticus* et *Jaculus jaculus* sont peu représentés et constituent globalement moins de 20% des rongeurs dans les pelotes.

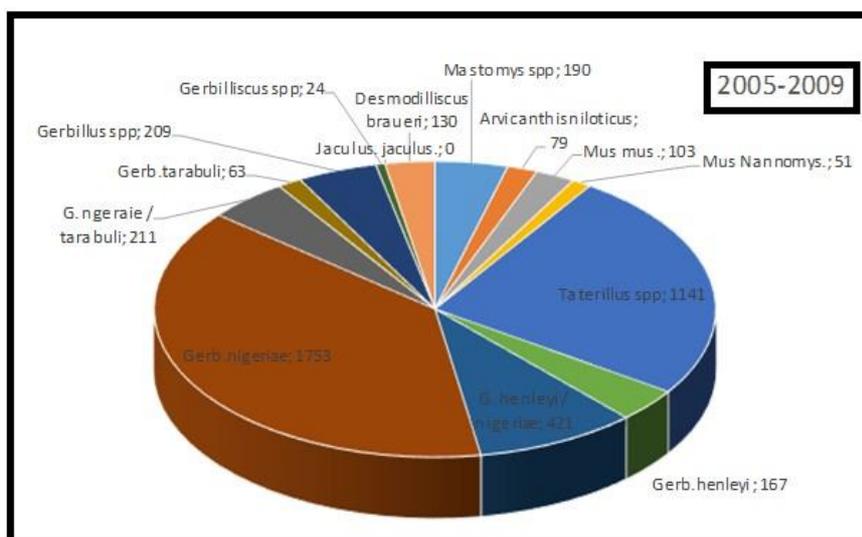


Figure 13. Fréquences des rongeurs dans les pelotes de chouette effraie entre 2005 et 2009.

Entre 2010-2015 (figure 14), sur un échantillon plus faible de rongeurs (1303 spécimens), le genre *Mastomys spp* constitue les proies principales de la chouette avec plus 30%. *Gerbillus nigeriae* est toujours la plus fréquente chez les gerbilles avec plus de 22% des proies. *Taterillus spp* constitue le troisième taxon de rongeur en termes d'effectif avec 11%. *Gerbillus henleyi* et *G. tarabuli* représentent respectivement 3,76 et 3,14% du menu.

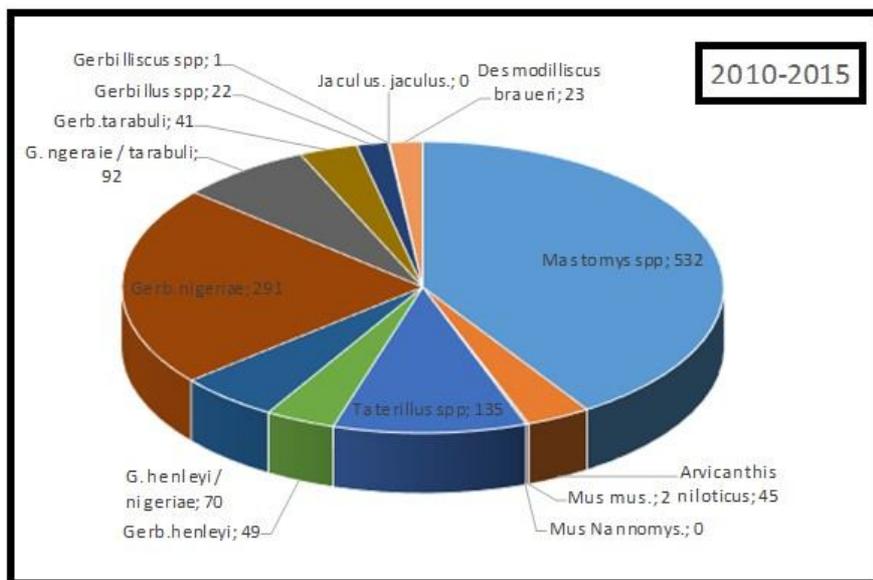


Figure 14. Fréquences des rongeurs dans les pelotes de chouette effraie entre 2010 et 2015.

Nous avons également comparé la fréquence des différents taxons de rongeurs dans le menu de la chouette entre les tranches de latitudes (Figure 15).

Au nord de 16°00 notre échantillon est constitué de près de 10000 proies. Le genre gerbillus représentent 62,10% du menu du rapace, suivies de *Mastomys spp* qui constituent plus de 26% des proies de la chouette. Chez les gerbilles, *Gerbillus nigeriae* représente près de 17% des proies. *Mus (Nannomys) spp*, *Mus musculus*, *Desmodilliscus braueri* et *Jaculus jaculus* sont à l'état de trace.

Entre les latitudes 16°00 et 15°00, sur 4714 rongeurs, nous avons constaté que les gerbilles constituent plus de 70% des proies de la chouette et *Gerbillus nigeriae* à elle seule

représente plus de 40% des rongeurs et près de 90% des gerbilles. Les *Taterillus* sont aussi bien représentés dans cette zone et viennent après *Gerbillus nigeriae* en termes d'abondance. Comparativement au nord de 16°00, nous voyons une nette régression de la fréquence de *Mastomys spp*, qui était l'espèce dominante sur la tranche nord.

Entre les latitudes 15°00 et 14°00, sur 1018 rongeurs, les *Taterillus* représentent le genre dominant avec près de 50% des proies de la chouette. *Mastomys spp*, qui avait vu ses fréquences diminuer entre les latitudes 16°00 et 15°00, est ici très abondant avec plus de 25% du total des rongeurs. Les gerbilles sont très peu représentées (pourcentage ?).

Au sud de 14°00, même si nous n'avons que 148 pelotes, nous constatons que les Murinés sont pratiquement les seuls rongeurs présents dans les pelotes à l'exception de quelques *Taterillus*. Nous constatons également que les gerbilles sont complètement absentes au sud de 14°00. Ici, les espèces du genre *Mus* (en particulier *Mus musculus*) sont les espèces les plus fréquentes avec plus de 45% des rongeurs.

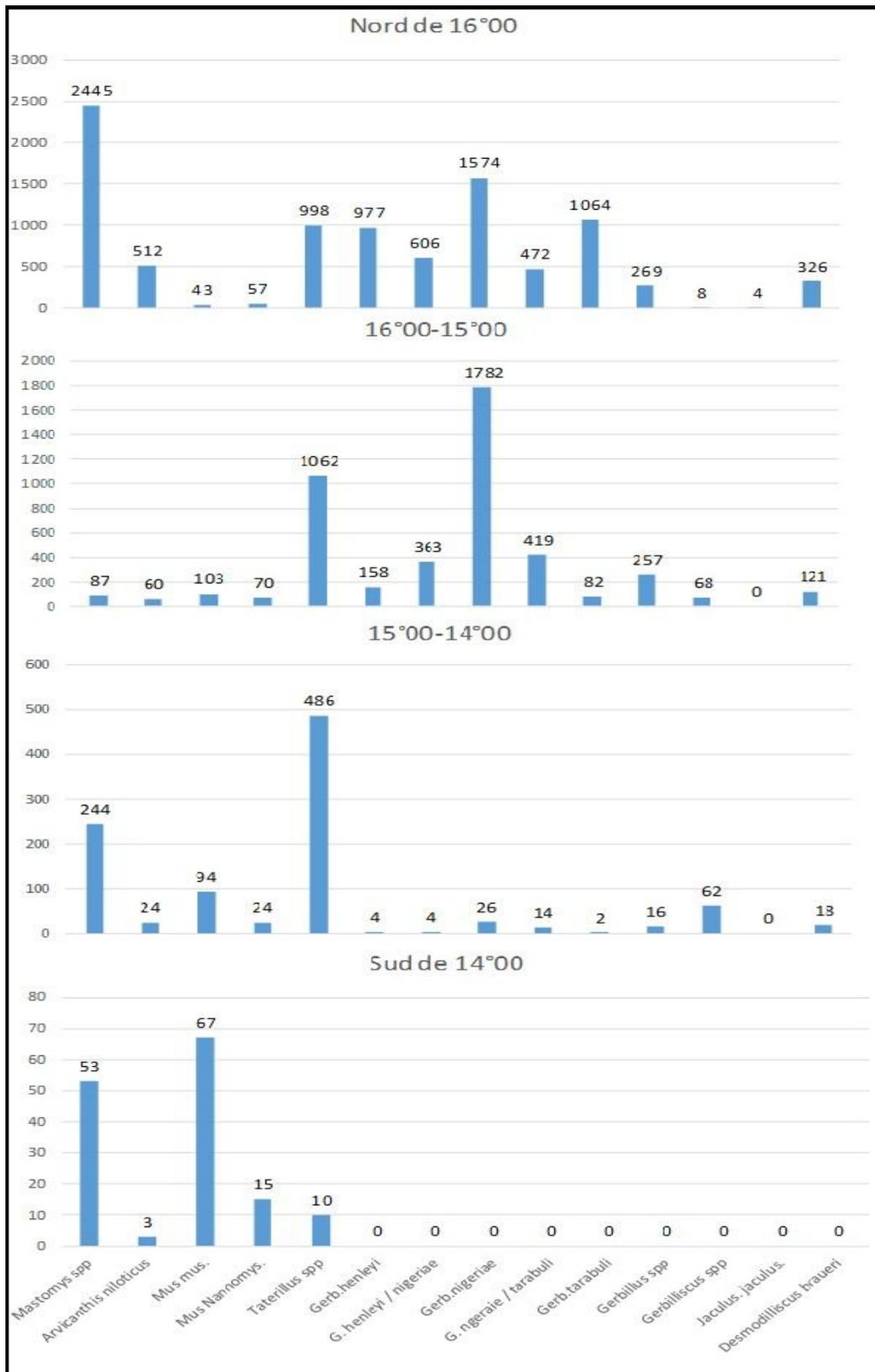


Figure 15. Abondance des différentes espèces de rongeurs dans les pelotes de chouette effraie au Sénégal.

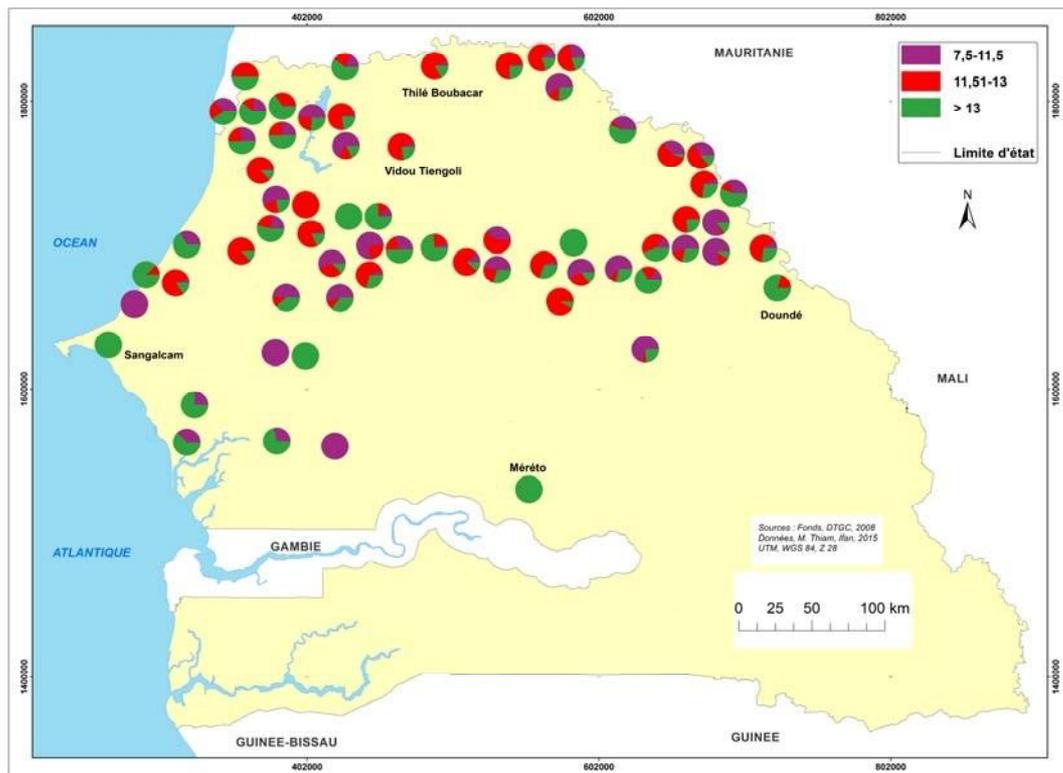


Figure 16. Abondance des différentes espèces de gerbilles dans les pelotes de chouette effraie selon les mensurations de mandibules.

IV.2. DISCUSSION

Dans presque toutes les études effectuées en Afrique de l'ouest concernant le régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*), les petits mammifères et en particulier les rongeurs forment l'essentiel des proies : ils représentent 98% du menu de l'effraie en Mauritanie (Poulet, 1974), environ 90% au Mali (Wilson, 1987) et 75% au Nigeria (Demeter, 1978). Au Sénégal, Poulet (1982) a décrit en détail le régime alimentaire de la chouette effraie entre 1971 et 1977 mais uniquement dans la région du Ferlo et a montré que les rongeurs représentaient environ 50% du menu. Dans le Djoudj (Delta du Sénégal), Bâ *et al.* (2000) ont montré que les rongeurs constituaient près de 88% du régime de la chouette. Thiam *et al.* (2007, 2008 et 2012) montrent que dans les zones de Richard Toll et sur l'axe Louga-Linguère, les rongeurs constituent plus de 70% des proies de la chouette effraie.

Nos études réalisées dans les 2/3 nord du Sénégal confortent cette tendance avec les rongeurs qui représentent 75% des proies du rapace. Outre les rongeurs, d'autres espèces proies sont très fréquentes dans les pelotes avec une certaine variabilité. On note dans les effectifs globaux 16,04% de musaraignes, 8,01% d'oiseaux, 0,58% de chiroptères et les 0,38% de batraciens.

Comparativement aux travaux de Poulet (1982), dans le Ferlo, de Bâ et *al* (2000) dans le Djoudj et Thiam et *al*, (2007) dans cette partie du Sénégal, la composition faunistique dans les pelotes de chouette a beaucoup évolué. Notre échantillon étant très représentatif, et est réalisé sur une longue période (de 1989 à 2015) et ça montre une évolution de la communauté de rongeurs pendant cette longue période. Ainsi l'identification des proies notamment des rongeurs a montré la présence de deux familles la famille des Dipodidés représentée par l'unique espèce au Sénégal qui est *Jaculus jaculus sp* et la famille des Muridés constituée de la sous-famille des Gerbillinés (*Gerbillus spp*, *Gerbillus nigeriae*, *Gerbillus tarabuli*, *Gerbillus henleyi*, *Taterillus spp*, *Desmodilliscus braueri*, *Gerbilliscus spp*) qui domine largement la sous-famille des Murinés composée de : *Mastomys spp*, *Arvicanthis niloticus sp*, *Mus musculus sp* et *Mus nannomys* dans le menu du rapace.

Entre les années 1970 et 1971 et entre 1974 et 1976 aucune gerbille n'a été signalée par Poulet (1982, 1984), dans le nord du Sénégal sur les 796 pelotes de son échantillon. A la fin des années 80, Duplantier et *al*. (1991) mettent en évidence dans le nord du Sénégal la présence de deux espèces (*G. tarabuli* et *G. henleyi*) expliquée selon eux par les changements climatiques notamment comme indicateur supplémentaire de la désertification.

On a noté d'une manière générale la rareté d'*Arvicanthis niloticus sp* dans notre échantillon qui peut être expliquée par le fait qu'elle est diurne contrairement à la chouette effraie qui est nocturne alors que les travaux de Bâ (2002) à partir des données de piégeages entre les années 1998 et 2001 dans le Diéri avaient montré sa présence à hauteur de 48% devant même les gerbilles 39%. Ce qui explique la sous-représentation d'*Arvicanthis niloticus sp* dans notre échantillon.

G. nigeriae qui a été signalée à Richard-Toll en 1999 pour la première fois au Sénégal (Bâ, 2002) est aujourd'hui répertoriée dans le Ferlo et est beaucoup plus abondante que ses congénères dont elle a été mise en évidence dix ans après eux dans ces localités (cf. figure 14 et 15). Le genre *Taterillus* dont on ne compte que deux espèces au Sénégal qui sont *Taterillus pygargus sp* et *Taterillus gracilus sp* et indiscernables à la mensuration ne représentent que 6,7% du total des proies en 2003 alors que Poulet (1982) avait montré qu'entre 1970 et 1977 ils étaient les principales proies de la chouette dans le Ferlo avec environ 50% du menu. Cette modification des aires de répartition du genre *Taterillus* avec

notamment une tendance à un glissement vers le sud qui est expliquée par sa présence exceptionnelle au sud de 14°00 pourrait être une conséquence des changements climatiques qui ont lieu dans cette région mais aussi par les impacts causés par l’envahissement et la prépondérance de *Gerbillus nigeriae* sp de cette partie nord du Sénégal.

L’abondance des Gerbillinés entre les latitudes 16°00 et 15°00 qui englobe le Ferlo est expliqué par l’aspect climatique notamment la sécheresse et parallèlement aussi nous voyons que les Murinés et les musaraignes qui sont inféodés aux zones humides voient leurs fréquences diminuer drastiquement. Cette nouvelle espèce de Gerbille dont je rappelle qu’elle a été connue au Sénégal qu’en 1999 (moins de 20 ans) est aujourd’hui largement plus abondante que ces deux prédécesseurs dans toute la zone de notre étude. *Gerbillus henleyi* et *Gerbillus tarabuli* qui étaient répertoriés par Duplantier et al. (1997) comme indicateur de la désertification sont aujourd’hui largement moins abondantes.

Au nord de 16°00, le genre *Mastomys* apparaît comme espèce proie principale dans le régime alimentaire de la chouette est expliqué par la présence de Walo qui est le lit majeur du Fleuve Sénégal et qui englobe la localité de Richard-Toll avec ses casiers rizicoles et cannes à sucre. Pour le genre *Mastomys spp*, dans cette partie nord du Sénégal d’après les travaux de Duplantier et al (1997), est représenté par *M. huberti* qui est de manière stricte inféodée aux zones humides naturelles ou cultivées et *M. erythroleucus* qui est ubiquiste, la troisième qui et *M. natalensis* se limite au sud-est du pays.

Toutefois, on note l’apparition en masse des *Gerbillus nigeriae* (cf. figure 16) qui s’adaptent mieux aux zones arides que *Taterillus spp* (Nomao 2001, Thiam 2007, Granjon et Duplantier 2009), et la diminution spectaculaire des musaraignes qui sont caractéristiques des milieux humides (Bâ et al., 2000), Cette situation de variation climatique des milieux favorise la progression de *Gerbillus nigeriae* qui est très économe en eau et s’adapte très bien à l’aridité (Thiam et al, 2011).

Les données de piégeage montrent que *Gerbillus nigeriae* est une espèce de gerbilles inféodées aux zones sablo-argileuses typiquement sahéliennes. A la faveur des changements climatiques et anthropiques récents, la répartition géographique de *Gerbillus nigeriae* a subi des modifications drastiques au Sénégal. En effet, inexistante au nord du Sénégal jusque la fin des années 1990, elle a aujourd’hui colonisé les deux tiers

septentrionaux du pays. Une mission de piégeage récente (juin 2013 par M. Thiam et K. Ba, données non publiées) dans le front de colonisation de *Gerbillus nigeriae* a montré que l'espèce avait encore progressé vers le sud de près de 50 kms depuis 2008.

Les piégeages ont montré également qu'à la frontière avec la Mauritanie, elle représente désormais près de 80% des captures de Gerbillinés capturés (Thiam 2007, et 2011), tandis qu'à 150 km à l'intérieur du territoire sénégalais, elle en représente encore plus de la moitié. Autrement dit, *Gerbillus nigeriae* constitue au Sénégal un exemple spectaculaire d'invasion biologique en cours, rapide et massive et inquiétant pour la sécurité alimentaire locale d'autant plus que l'espèce constitue un ravageur majeur des cultures (mil, sorgho, niébé, arachide).

V CONCLUSION ET PERSPECTIVES

A l'instar de tous les travaux effectués sur les pelotes de la chouette effraie (*Tyto alba*), la présente étude sur l'identification et la chronologie de progression de *Gerbillus nigeriae* montre que sur les 8026 pelotes et vrac collectés dans 96 sites inscrits entre la latitude 16°00N et 13°00, les rongeurs constituent 74,97% sur le total des 20210 proies. Les crocidures sont aussi très abondantes et sont même aussi représentatives que les rongeurs entre les latitudes 14°00 et 15°00 et deviennent plus fréquentes dans les pelotes de chouette que les rongeurs au sud de notre domaine d'étude qui est la partie du Sénégal au nord de la Gambie.

Concernant les rongeurs, exception faite des quelques rares Dipodidés (0,03%), les Muridés constituent presque la totalité des rongeurs dans les pelotes sur toute la zone d'étude. Globalement, les Gerbillinés représentent plus de ¾ des rongeurs et le reste est constitué de Murinés.

Les gerbilles qui sont connues au Sénégal que depuis la fin des années 80 (*Gerbillus tarabuli* et *Gerbillus henleyi* en 1989 par Duplantier et al ; 1991 et *Gerbillus nigeriae* à la fin des années 90 par Bâ, 2002, Ba et al 2006), représentent 49,81% des rongeurs dans la zone considérée.

Concernant *Gerbillus nigeriae* qui fait l'objet de notre étude, dont l'arrivée au Sénégal est très récente (moins de vingt ans), est un véritable baromètre de changement des milieux. La gerbille nigériane connaît une progression très rapide et avec ses propres moyens, ce qui n'a jamais été mise en évidence chez aucune autre espèce de petit mammifères dans le monde.

Comme toutes les espèces invasives, *Gerbillus nigeriae* voit son aire de distribution s'étendre vers le sud de sa zone de mise en évidence (Richard Toll) en faveur de modifications des milieux. Que ces changements soient d'origine climatique et/ou anthropique, l'avènement de la gerbille nigériane s'effectue au détriment des autres espèces de gerbilles (*G. tarabuli* et *G. henleyi*) ; mais surtout aux *Taterillus spp* qui jadis, étaient les principales Gerbillinés dans le sahel sénégalais si nous nous basons sur les travaux de Poulet durant les années 70 (Poulet 1982, 1983).

Pour identifier les différentes espèces de gerbilles dans les pelotes, nous utilisons les mensurations crâniennes et mandibulaires, mais, nous nous basons également sur l'usure dentaire pour essayer de déterminer l'âge des individus. Ce mode d'identification pose quelques problèmes car présente quelques zones de chevauchement entre les espèces.

Il serait très intéressant à l'avenir de pouvoir identifier les différentes espèces de gerbilles dans les pelotes via les méthodes génétiques et avec les nouvelles techniques de la biologie moléculaire. Il serait aussi très intéressant de faire des sessions de piégeages aussi bien du front de colonisation pour savoir actuellement jusqu'où est allé la gerbille nigériane depuis sa zone de mise en évidence en 1999, mais également, aller faire des sessions de piégeages au sud de la Mauritanie et à l'Est du Mali qui sont les potentiels pôles d'invasion pour déterminer l'origine exacte de cette espèce invasive.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bâ, K., Granjon, L., Hutterer, R. & Duplantier, J.M. (2000).** Les micromammifères du Djoudj (delta du Sénégal) par l'analyse du régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*. *Bonner Zoologische Beiträge*, 49: 31-38.
- Bâ, K., Thiam, M., Dobigny, G., Granjon, L., Mané, Y., Volobouev V. & Duplantier, J.M., (2006).** Hypotheses on the origin of the invasion of Senegal by *Gerbillus nigeriae* based on chromosomal data. *Mammalia* 303-305.
- Bâ, K. (2002).** *Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal. Mémoire de diplôme EPHE*, 126 p.
- Bazerra, A. M.R, & Bonvicino, C.R. (2003).** Use of regurgitated pellets of Barn Owl (*Tyto alba*) for inventoring Small Mammals in the Cerrado of Central Brazil. *Studies on Neotrop. Fau and Env.*, 38 : 1-5.
- Chaline, J. & Mein, P. (1979).** Les rongeurs et l'évolution. *Douin Ed.*, Paris: 180p
- Clavero, M. & Garcia-Berthou, E., (2005).** Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends Ecol. Evol.*, 20:110.
- Davis, D.H.S. (1959).** The Barn Owl contribution to ecology and paleoecology. *Ostrich Suppl.*, 3: 144-153.
- Demeter, E. (1978).** Food of a Barn Owls *Tyto alba* in Nigeria. *Bull. Nigeria. Ornithol. Soc.*, 41 (4):9-13.
- Denys, C., Chitaukali, W., Mfuné, J.K., Combrexelle, M. & Cacciani, F. (1999).** Diversity of small mammals in owl pellet assemblages of Karonga district, northern Malawi. *Acta zool. Cracov.* 42 (3): 393-396.
- Dukes, J.S. & Mooney, H.A., (1999).** Does global changes increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 135-139.
- Duplantier, J.M., Granjon, L. & Bâ, K. (1991).** Découverte de trois espèces de rongeurs nouvelles pour le Sénégal : Un indicateur supplémentaire de la désertification dans le nord du pays. *Mamm.* 55 (2) : 313-315.
- Duplantier, J.M. & Granjon, L., (1992).** Liste révisée des Rongeurs du Sénégal. *Mammalia*, 56: 425-431.
- Duplantier, J.M., Orth, A., Catalan, J. & Bonhomme, F., (2002).** Evidence for a mitochondrial lineage originating from the Arabian Peninsula in the Madagascar house mouse (*Mus musculus*). *Heredity* 89: 154 – 158.

- Géroudet, P. (1965).** Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. 3^{ème} édition, *Delachaux et Niestlé, (Eds) Neuchatel / Suisse.* 426p
- Goudswaard K, Witte F & Katunzi EFB (2008).** The invasion of an introduced predator, Nile perch (*lates niloticus*, L.) in Lake Victoria (East Africa): chronology and causes. *Environmental biology of fishes* 81, 127-139.
- Granjon, L., Duplantier, J.M., Catalan, J. & Britton-Davidian, J. (1992).** Karyotypic data on rodents from Senegal. *Israel J. Zool.* 38, 263-276.
- Granjon, Bruderer, C., Cosson, J.F., Dia, A.T. & Colas, F. (2001).** The small mammal community of a coastal site of south-west Mauritania. *African Journal of Ecology*, 40:1017;
- Granjon L. & Duplantier J.M., (2009).** Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. IRD Editions, Faune et Flore tropicales 43, 215p.
- Granjon, L., (1987).** *Evolution allopatrique chez les Muridés: mécanismes écoéthologiques liés au syndrome d'insularité chez Mastomys et Rattus.* Thèse de Doctorat, Université Montpellier 2.
- Gündüz, I., Auffray, J.C., Britton-Davidian, J., Catalan, J., Ganem, G., Ramalhinho, M.G., Mathias, M.L. & Searle, J.B., (2001).** Molecular studies on the colonization of the Madeiran archipelago by house mice. *Molecular Ecology*, 10: 2023–2029.
- Handschumacher, P., Hervé, J.P. & Hébrard, G. (1992).** Des aménagements hydroagricoles dans la vallée du fleuve Sénégal ou le risque des maladies hydriques en milieu sahélien. *Sécheresse*, 3(4): 219-226.
- Heywood, M.R. & Pavey, C.R. (2002).** Relative importance of plague rodents and dasyurids as prey of barn owl in central Australia. *Wildlife Research*, 29: 203-207.
- Hima, K., (2010).** Biologie évolutive de *Gerbillus nigeriae* (Rodentia, Gerbillinae), principal ravageur des cultures céréalières au Niger : aspects chromosomiques, morphologiques et populationnel. Thèse de Doctorat, Université Abdou Moumoun, Niamey, Niger.
- Hima K., Thiam M., Catalan J., Gautier P., Duplantier J.M., Piry S., Sembène M., Britton-Davidian J., Granjon L. & Dobigny G. (2011).** Extensive Robertsonian polymorphism in the African rodent *Gerbillus nigeriae*: geographic aspects and meiotic data. *Journal of zoology*, 284:276-285.

- Hulme PE, Pyšek P, Nentwig W & Vilà M (2009).** Will threat of biological invasions unite the European Union? *Science* 324, 40-41.
- Khalanski, M. (2001).** Introduction des espèces invasives dans des hydrosystèmes : « pestes » et bio-salissures. *In colloque hydroécologie (ed. E.D. France), Chinon.*
- Lambdon PW, Pyšek P, Basnou C & al. (2008).** Alien flora of Europe: species diversity temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80, 101-149.
- Laurie, W.A. (1971).** The food of barn owl in Serengeti National park, Tanzanie. *J. EANHS Nat. Mus.*, 125: 1-4.
- Leblois, R., Rousset, F., Tikel, D., Moritz, C., & Estoup, A., (2000).** Absence of evidence for isolation by distance in an expanding cane toad (*Bufo marinus*) population: an individual based analysis of microsatellite genotypes. *Molecular Ecology*: 9, 1905– 1909.
- Love, R.L., Webbon, C., Glue, D.E & Harris, S. (2002).** Changes in the food of British Barn owl (*Tyto alba*) between 1974 and 1997. *Mammal Rev.* 30:107-129.
- Lyman, R.L., Power, E. & Lyman, R.J. (2001).** Ontogeny of Deer Mice (*Peromyscus maniculatus*) and Montane Voles (*Microtus montanus*) as Owl prey. *Am. Middl. Nat.* 146: 72-79.
- Mac Donald, I.A.W. & Dean, W.R.J. (1984).** Vertebrate prey of Barn owl *Tyto alba* in the Cape Province north of the Orange River. *Proc. V PanAfr. Ornithol. Congr.:* 517-541.
- Mooney H, Cleland E, (2001).** The evolutionary impact of invasive species. *Proc Natl Acad Sci USA* 98: 1-5
- Moron, V (1994).** Guinean and Sahelian rainfall anomaly indices at annual and monthly scales (1933-1990). *International Journal of Climatology*, 14: 325-341.
- Nomao A. & Gautun, J.C (2001).** Dynamique de l'abondance et reproduction de la population de *Gerbillus nigeriae* (Rodentia, Gerbillinae) dans la ferme de Kolo(Niger), *In Denys C., Granjon L. & Poulet A. (eds) African Small Mammals.*, Edition de l'IRD, Paris : 481-498.
- Nel, J.A.J. & Rautenbach, I.L. (1975).** Habitat use and community structure of Rodents in the southern Kalahari. *Mammalia*, 39: 9-29.
- Nicholson, S.E. (1978).** Climatic variations in the Sahel and Other African regions during the past five centuries. *Journal of Arid environments*, 1: 3-24.
- Norris, C.E. (1972).** Barn owl pellets. *EANHS Bull.* 29p.
- Olson, L.J., (2006).** The Economics of Terrestrial Invasives species: A review of the literature. *Agricultural and resources and Review*, 35:178-405.

- Pickering, J. & Norris, C.A., (1996).** New evidence concerning the extinction of the endemic murid *Rattus macleari* from Christmas Island, Indian Ocean. *Australian Mammalogy*, 19: 19-25.
- Pimentel, D., Rodolfo, Z., & Doug Morrison, (2010).** Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States.
- Popov, G.B. (1996).** Quelques effets de la sécheresse sahélienne sur la dynamique des populations acridiennes. *Sécheresse* 1996; 7: 91-97.
- Poulet, A.R. (1974).** Rongeurs et insectivores dans les pelotes d'effraie en Mauritanie. *Mammalia*, 38: 10-11.
- Poulet, A.R. (1982).** Pullulation de rongeurs dans le sahel. Mécanismes et déterminisme du cycle d'abondance de *Taterillus pygargus* et *Arvicanthis niloticus* (Rongeurs, Gerbillidés et Muridés) dans le Sahel du Sénégal de 1975 à 1977. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris VI.
- Poulet, A.R., Duplantier M., (1983).** « Rongeurs et denrées stockées en zones sahéliennes»
- Poulet, A.R., 1984.** Quelques observations sur la biologie de *Desmodilliscus braueri* Wettstein (Rodentia, Gerbillidae) dans le Sahel du Sénégal. *Mammalia*, 48 : 59-64.
- Ribera, M. A, Boudouresque, C. F (1994).** Les introductions d'espèces végétales et animales en milieu marin. Conséquences écologiques et économiques et problèmes législatifs. In first international workshop on *Caulerpa taxifolia*, 28-95. GIS posidonie
- Richardson DM & Pyšek P (2008).** Fifty years of invasion ecology-the legacy of Charles Elton. *Diversity and Distributions* 14, 161-168.
- Roberts, M., (1991).** Origin, dispersal routes, and geographic distribution of *Rattus exulans*, with special reference to New Zealand, *Pacific Science*, 45: 123-130,
- Rosevear, D. R. (1969).** Rodents of West Africa. Trustees of the British Museum (Nat. Hist.), London.
- Sagna, P., (2005).** Thèse de Doctorat. Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale. p ; 640-651.
- Saint-Girons, M.C & Spitz. F (1966).** A propos de l'étude des micromammifères par l'analyse des pelotes de rapace: intérêts et limites de la méthode. *Terres & Vie*, 4 : 3-17.
- Salvati L., Ranazzi L & Manganaro A. (2002).** Habitats preferences, breeding success, and diet of the Barn Owl (*Tyto alba*) in Rome: urban versus rural territories. *J Raptor Res.* 36 (3): 224-228.

- Shea K, & Chesson P. (2002).** Community ecology theory as a framework for biological invasions. *TREE* 17: 170-176.
- Schneider, S.S., DeGrandi-Hoffman & Smith, D.R, (2004).** The African honey bee: Factors contributing to a successful biological invasion. *Annual review of Entomology*, 49: 351-376.
- Sicard, B. (1987).** Mécanismes écologiques et physiologiques de régulation des variations régulières et irrégulières de l'abondance des Rongeurs du Sahel (Burkina Faso). Thèse d'Etat, USTL Montpellier, 308p.
- Temme, M. (2003).** Food items in pellets of the barn owl *Tyto alba* from four sites of the Algarve, Portugal. *Bonner Zoologische Beiträge*, 50: 347-353.
- Thevenot, M., Beaubrun, P.C., & Schouten, J. (1988).** Breeding birds of the KhnifissLa'Youne region and its recent developments. In "The Khnifiss lagoon and its surrounding environment ". Dakki, M. & Ligny, W. de (eds), Trav. Inst. Sci. Rabat, *mém.* P.141-160.
- Thiam, M., (2007).** Les changements climatiques et l'invasion des gerbilles (Rongeurs, Muridés) au Sénégal : importance et causes du phénomène, compétition avec les espèces résidentes. Thèse de Doctorat. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Thiam, M., Bâ, K., & Duplantier, J.M., (2008).** Consequences of climatic changes on rodent communities in the Sahel (West Africa) as evidenced by owl pellet analysis. *African Zool*
- Thiam, M., Bâ, K., Atteynine S.A., Traoré S., Duplantier J.M., Maurel D., & Sicard B., (2011).** Capacity for water conservation in invasive (*Gerbillus nigeriae*) and declining rodents (*Taterillus pygargus* and *Taterillus gracilis*) that exhibit climate-induced distribution changes in Senegal. *Journal of Arid Environment*, (2011): 1-10.
- Thiam M., Bâ.; Ndiaye A., Diouf M., Ndour R. & Granjon L., (2012).** Evolution des communautés de petits mammifères et leurs parasites intestinaux dans le Sahel Sénégalais dans le contexte de la mise en place de la Grande muraille Verte. *Ed. Les cahiers de l'Observatoire International « Homme- Milieux » Tessekere*, 1 : 75-85.
- Tranier, M. (1975).** Originilaté du caryotype de *Gerbillus nigeriae* (Rongeurs Gerbillidés). *Mammalia*, 39:703-704.
- Valverde, J.A. (1975).** Aves del Sahara español. Estudio ecologico del desierto. Instituto de Estudios Africanos, Consejo superior de Investigaciones científicas, Madrid, 487 p

- Van Der Geest, K. & Dietz, T., (2004).** A literature survey about risk and vulnerability and drylands, with a focus on the Sahel. In A.J. Dietz et al (eds), *The impact of climate change on Drylands: With a Focus on West Africa*, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands: 117-146.
- Van Zyl, A.J. (1994).** A comparison of the diet of the common Kestrel *Falco tinnunculus* in South Africa and Europe. *Bird Study*, 41: 124-130.
- Varuzza, P., Capizzi, D., Santini, L. & Appolinio, M. (2001).** Barn Owl *Tyto alba* predation on small mammals in relation to the Mediterranean environment (Pisa Province, Italy). *Acta Ornithologica*, 36: 153-160.
- Vitousek, P. M., et al (1997).** Introduced species: a significant component of human – caused global change, *New Zealand J. Ecol. Ecol.* 21, 1-16.
- Viegas-Péquignot, E., Dutrillaux, B. Prod’homme, M & Petter. F. (1983).** Chromosomal phylogeny of Muridae : a study of 10 genera. *Cytogenet. Cell Genet.* 35: 269-278.
- Viegas-Péquignot, E., Benazzou T., Prod’homme M. & Dutrillaux B. (1984).** Characterisation of a very complex constitutive heterochromatin in two Gerbillus species. *Chromosoma*, 89: 42-47.
- Volobouev, V., Viegas-Péquignot, E., Lombard, M., Petter, F., Duplantier, J.M. & Dutrillaux, (1988).** Chromosomal evidence for a polytypic structure of *Arvicanthis niloticus* (Muridae). *Z. Zool. Syst. Evol. Forsch.* 26, 276-285.
- Volobouev, V., Viegas-Péquignot, E., Malfoy B, Dutrillaux B., 1995b.** Characterization and chromosome location of two repeated DNAs in the three Gerbillus species. *Chromosoma*, 252-259.
- Wilson, V.J. (1970).** Notes on breeding and feeding habits of a pair of Barn Owl, *Tyto alba* in Rhodesia. *Arnoldia*, 4 (34): 1-8.

Site	Nombre pelotes	Latitude N	Longitude W	Mastomys spp	Arvicanthis niloticus	Mus mus.	Mus Nannomys.	Taterillus spp	Gerb.henleyi	G. henleyi / nigeriae	Gerb.nigeriae	G. ngeraie / tarabuli	Gerb.tarabuli	Gerbillus spp	Gerbilliscus spp	Jaculus. jaculus.	Desmodilliscus braueri	Total Rongeurs	Crocidures	Chiropt	Oiseaux	Batraciens	Total proies
Agnam-Touel	14	15,991	13,642	0	3	0	0	5	9	1	6	0	2	0	0	0	0	26	23	0	0	0	49
Amady-Ounaré	73	15,345	13	0	13	0	1	7	10	2	9	3	2	0	0	0	7	54	199	0	35	3	291
Bambey	33	14,681	16,345	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21	7	16	0	49
Barkedji	69	15,269	14,894	14	2	16	3	10	1	0	14	2	0	2	0	0	5	69	186	0	8	0	263
Bayakh	2	14,681	16,345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Bélél	35	15,152	13,75	0	0	0	0	28	1	12	26	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	67
Boulal	116	15,352	15,647	0	12	0	31	64	12	26	178	10	0	12	0	0	8	353	0	4	26	1	384
Boussobé alto	1	15,333	15,647	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Colobane	14	14,642	15,735	0	0	1	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	0	3	0	20
Dahra Djolof	219	15,342	15,414	0	2	4	10	56	49	20	250	72	6	76	0	0	2	547	1	0	20	3	571
Darou Mousty	286	15,045	16,045	6	0	24	5	50	1	13	67	20	0	1	0	0	1	188	3	1	44	0	236
Deali	87	15,045	15,681	0	0	17	0	39	1	9	126	5	0	11	0	0	5	213	2	0	14	0	229
Dendoudi	64	15,352	13,511	0	0	0	1	9	1	8	120	13	0	5	0	0	1	158	7	0	0	0	165
Diaguéli	125	14,662	15,267	58	6	2	0	72	1	6	164	7	0	9	0	0	5	330	10	0	15	1	356
Dienthadi	98	15,501	13,462	0	0	0	0	31	0	46	84	6	0	2	0	0	4	173	3	1	17	0	194
Diokoul	7	15,349	16,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	7
Diomandou	165	16,5	14,334	17	20	0	0	93	42	29	178	14	2	26	7	0	9	437	60	3	86	25	611
Diouroup	17	14,333	16,504	1	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	19	2	0	1	0	22
Djoudj	228	16,512	16,532	328	65	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	2	2	405	42	0	18	1	466
Dodel	11	16,495	14,412	0	0	0	0	0	0	2	12	1	0	1	0	0	0	16	1	0	3	0	20
Doundé	66	15,098	12,914	0	0	7	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10	23	380	0	21	11	435
Dounga-Wouro-Alpha	73	15,841	13,462	0	1	0	0	47	3	70	53	0	0	0	0	0	17	191	16	0	1	0	208
Fourdou	39	15,176	14,164	0	0	0	3	35	0	0	54	17	0	4	0	0	0	113	9	0	0	0	122
Fumela	248	14,131	16,671	100	3	40	2	69	0	0	9	0	0	1	26	0	0	250	95	0	56	1	402

Galloya	94	16,098	13,894	0	0	0	0	21	3	10	112	44	1	0	0	0	1	192	4	0	1	1	198
Gassé-Diagle	56	15,25	14,333	1	0	0	3	128	0	0	0	3	0	0	9	0	2	146	11	0	1	0	158
Gnite	121	16,176	15,921	0	2	0	0	78	1	22	135	23	0	8	0	0	1	270	4	3	12	0	289
Gouniang	25	14,841	12,462	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	24	68	0	0	0	92
Hairé Lao	35	16,367	14,299	0	0	1	0	28	14	0	13	8	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	64
Kaël	121	14,681	15,921	0	0	7	2	127	0	0	0	3	0	0	0	0	0	139	4	10	7	0	160
Kaffrine	75	14,087	15,547	2	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	18	63	5	7	0	93

Site	Nombre pelotes	Latitude N	Longitude W	Mastomys spp	Arvicanthis niloticus	Mus mus.	Mus Nannomys.	Taterillus spp	Gerb.henleyi	G. henleyi / nigeriae	Gerb.nigeriae	G. ngeraie / tarabuli	Gerb.tarabuli	Gerbillus spp	Gerbilliscus spp	Jaculus. jaculus.	Desmodilliscus braueri	Total Rongeurs	Crocidures	Chiropt	Oiseaux	Batraciens	Total proies
Kassak	24	15,98	16,406	18	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	29
Kebemer	21	15,352	16,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	21
Kelle	17	15,176	16,547	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	21	0	23
Keur Dame	8	15,598	16,102	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	7	0	9
Keur Mbouki	151	14,196	15,841	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	88	4	102	0	202
Khonk Yoye	46	15,371	16,681	6	0	1	0	6	0	0	0	3	0	0	20	0	0	36	2	1	35	0	74
Koungueul	38	13,925	14,841	3	0	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	100	2	1	0	125
Koussanar	43	13,752	14,092	5	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	113	1	0	0	127
Linguère	51	15,359	15,1	1	1	4	0	50	0	0	51	7	2	0	0	0	1	117	11	0	1	0	129
Lobor	40	15,098	16,925	13	1	9	0	12	0	0	0	0	5	0	15	0	0	55	9	0	11	0	75
Louga	21	15,531	16,191	0	0	0	1	16	0	0	41	2	0	2	0	0	0	62	0	0	0	0	62
Loumbel-Lana	32	15,221	14,7	2	0	0	2	18	0	0	5	0	0	0	7	0	4	38	108	0	3	2	151
Loumbol	95	15,321	13,7	0	0	0	0	100	26	0	55	4	1	2	0	0	2	190	5	0	0	1	196
Makhana	35	16,098	16,375	33	3	0	0	32	1	11	14	1	0	2	0	0	1	98	5	0	0	0	103
Malem-Hodar	35	14,099	15,317	2	0	4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	29	127	0	0	1	157
Matam	4	15,624	13,241	1	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	9
Mbambilor	10	14,831	17,181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12
Mbar	16	14,549	15,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	4	0	20
Mbarigo	101	16,022	16,341	232	2	0	0	64	25	24	84	30	28	14	0	0	6	509	14	0	193	1	717
Mbar-Toubab	103	16	15,667	0	0	0	0	45	15	144	59	16	0	4	0	0	7	290	15	0	0	3	308
Mbirkilane	233	14,112	15,731	13	0	6	0	126	0	0	0	0	0	0	8	0	1	154	284	7	28	3	476

Mboss	49	14,334	14,7	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	28	1	14	1	55
Mbour	11	14,371	16,923	17	0	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	28	0	1	0	58
Mekhé	1	15,112	16,612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mérito	261	13,843	14,5	43	3	50	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	395	0	13	2	520
Mouk Mouk	132	15,378	15,754	0	0	0	1	1	13	47	115	137	14	5	0	0	3	336	0	0	4	1	341
Nabadji-Civol	49	15,75	13,375	0	0	0	0	53	0	0	29	0	4	0	0	0	0	86	0	0	0	0	86
Nayé	7	14,367	12,2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	14
Ndatte Fall	30	15,333	16,334	3	0	1	0	8	0	2	21	0	0	1	0	0	0	36	0	0	8	0	44
Ndiabaye	1	14,841	17,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Ndiosmone	125	14,367	16,624	23	5	4	0	53	0	0	2	0	0	0	21	0	0	108	36	1	29	0	174
Site	Nombre pelotes	Latitude N	Longitude W	Mastomys spp	Arvicanthis niloticus	Mus mus.	Mus Nannomys.	Taterillus spp	Gerb.henleyi	G. henleyi / nigeriae	Gerb.nigeriae	G. ngeraie / tarabuli	Gerb.tarabuli	Gerbillus spp	Gerbilluscus spp	Jaculus. jaculus.	Desmodilliscus braueri	Total Rongeurs	Crocidures	Chiropt	Oiseaux	Batraciens	Total proies
Ndioum	28	16,5	14,619	0	0	2	0	18	7	14	20	0	0	0	0	0	0	61	1	0	0	1	63
Ndoulo	24	14,701	16,112	0	0	0	0	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	1	1	19	0	41
Ngueoul	8	15,483	16,492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8
Nguith	286	16,121	15,952	0	0	1	1	3	177	61	226	29	5	1	0	0	8	512	0	2	33	1	548
Niandoul	1	15,334	15,512	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	5
Niomré lo	8	15,667	16,112	0	0	0	0	33	1	18	48	2	0	7	0	0	0	109	0	0	27	0	136
Notto	1	14,998	17,012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Ogo	20	15,505	13,3	3	2	0	0	2	0	18	5	11	0	0	0	0	0	41	41	0	3	0	85
Oourossogui	56	15,509	13,301	0	5	2	0	28	0	3	51	2	0	1	0	0	31	123	30	0	20	0	173
Patouki	41	15,347	13,498	0	0	0	0	45	0	1	15	9	6	0	0	0	1	77	1	0	0	0	78
Potou	48	15,699	16,512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	55	0	60
Ranérou	42	15,224	13,924	0	1	0	0	25	1	30	10	7	1	1	0	0	0	76	1	0	0	0	77
Richard Toll	2293	16,493	15,674	1697	383	36	54	531	671	257	153	290	993	177	0	2	266	5510	345	36	364	11	6266
Ross Bethio	92	16,261	16,132	1	0	0	0	1	0	16	338	4	27	25	0	0	3	415	13	0	20	0	448
Sagatta Djolof	35	15,187	15,514	0	0	12	0	6	0	11	33	0	0	3	0	0	0	65	2	1	1	0	69
Sakal	10	15,841	16,214	0	0	0	0	19	0	4	48	4	31	12	0	0	0	118	9	1	13	0	141
Sandiara	3	14,384	16,415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	6
Sangalcam	15	14,741	17,175	5	0	11	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	21	11	0	2	0	34
Savoigne	63	16,212	16,265	82	29	0	0	2	0	2	3	4	3	0	1	0	0	126	0	0	2	0	128
Semme	7	15,179	12,924	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	11	0	2	1	16
Sing-sing	41	14,142	16,1	39	0	3	0	16	1	1	3	1	2	14	1	0	3	84	15	1	22	0	122

Sinthiou Malem	1	14,834	13,884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Soutoure	3	14,198	12,664	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Taiba Ndiaye	129	15,132	16,75	14	5	6	3	29	0	1	16	28	1	3	16	0	0	122	60	0	26	0	208
Tambacounda	10	13,732	13,666	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	4	0	0	16
Thiadiaye	7	14,375	16,667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	9
Thiaméne	60	15,402	15,879	0	0	0	0	4	1	5	142	31	4	12	0	0	2	201	0	2	1	0	204
Thillé Boubacar	93	16,523	15,124	6	2	1	0	6	18	9	67	8	5	2	0	0	17	141	24	0	58	0	223
Thilogne	20	15,945	13,584	3	0	0	0	4	0	0	19	0	0	0	0	0	7	33	4	0	6	0	43
Thiodor	34	15,021	14,299	0	0	0	0	23	0	0	14	9	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	46
Tivaouane	17	14,945	16,798	0	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	20	1	0	0	31
Vidou Tiengoli	15	15,994	15,312	0	0	0	0	5	0	0	13	3	0	3	0	0	3	27	1	0	8	1	37
Yoli	23	14,721	13,758	23	0	0	0	6	3	1	8	2	0	0	0	0	2	45	0	0	0	0	45
Yonoféré	85	15,25	14,401	1	0	0	5	63	27	7	59	6	3	91	1	0	1	264	22	0	0	0	286
TOTAUX	8026			2829	599	307	166	2556	1139	973	3382	905	1148	542	138	4	465	15153	3242	117	1620	78	20210

Résumé

Pour identifier et étudier la chronologie de la progression de *Gerbillus nigeriae* (espèce invasive) au nord du Sénégal, nous avons analysé 8026 pelotes et restes « en vrac » collectés entre 1989 et 2015 dans 96 sites inscrits entre les latitudes 13°N et 16°N. Dans ces pelotes, nous avons identifié 20210 proies.

Pour mieux mener à bien cette analyse diachronique, nous avons effectué des mensurations des mandibules et des crânes des gerbilles trouvées dans ces pelotes. Les données obtenues ont été réparties dans le temps (tranches de 5 ans) et dans l'espace (tranches latitudinales) afin de pouvoir confronter les résultats non seulement dans le temps et dans l'espace, mais aussi de pouvoir les comparer avec les données obtenues dans les années 70 et 80 par différentes méthodes d'échantillonnage (collecte de pelotes, piégeages et capture manuelle) dans les mêmes zones.

Gerbillus nigeriae qui est connu au Sénégal depuis la fin des années 90, représente 49,81% des rongeurs retrouvés dans le lot de pelotes analysées. Elle est l'espèce de Gerbillinés la plus abondante dans le nord du pays. Elle y apparaît largement plus fréquente que *Gerbillus henleyi* et *Gerbillus tarabuli*, mise en évidence dans le nord du Sénégal une dizaine d'année avant l'arrivée de *G. nigeriae*.

La progression de la gerbille nigériane vers le sud semble s'effectuer au détriment des *Taterillus* qui étaient les principaux Gerbillinés de la partie septentrionale du Sénégal.

Mots clés : Identification, Chronologie, *Gerbillus nigeriae*, Analyse de pelotes, changements climatiques, Sénégal.

Abstract

To identify and study the chronology of the progress *Gerbillus nigeriae* (invasive species) in northern Senegal, we analyzed 8026 Owl pellets collected between 1989 and 2015 in 96 sites inscribed between latitudes 13 ° N and 16 ° N. In these pellets, we identified prey 20210.

To better achieve this diachronic analysis, we performed measurements of the skulls and mandibles of gerbils found in these pellets.. The data obtained were distributed in time (increments of 5 years) and space (latitudinal slices) in order to compare the results not only in time and space, but also to compare them with data obtained in the 70s and 80s by different sampling methods (collecting pellets, trappings and manual capture) in the same areas.

Gerbillus nigeriae is known in Senegal since the late 90s, represents 49.81% of rodents found in the batch of pellets analyzed. She is the kind of Gerbillinés most abundant in the north. She appears far more common than *Gerbillus henleyi* and *Gerbillus tarabuli*, evidenced in northern Senegal ten years before the arrival of *G. nigeriae*.

The growth of the Nigerian gerbil south seems be to the detriment of *Taterillus* who were the main Gerbillinés of the northern part of Senegal.

Keywords: Identification, Timeline, *Gerbillus nigeriae*, pellets analysis, climatic changes, Senegal.