

*Identification des facteurs bioécologiques influençant la dynamique de population de *Mastomys erythroleucus* (Rodentia, Muridae) dans la réserve de Bandia (Sénégal).*

Remerciements

Après avoir remercié Allah, Le Tout Puissant et prié sur Son prophète Mouhammad (PSL), je remercie vivement mes parents, Dibacor DIOUF et Fatou Padiat NGOM ; à qui j'exprime une gratitude incommensurable pour m'avoir très tôt mis sur la bonne voie et pour tous les efforts consentis pour mes études.

Toute ma reconnaissance s'adresse à M. Laurent GRANJON, mon encadreur qui m'a supporté et guidé tout au long de cette démarche. Ces quelques mois passés à ses côtés m'ont permis de me rendre compte de sa disponibilité, son intelligence, son sérieux et sa patience. J'ai grandement apprécié son professionnalisme et son expertise dans la réalisation de cette étude.

J'aimerais exprimer ma gratitude au Pr. Cheikh Tidiane Ba responsable du Master en Ecologie et Gestion des Ecosystèmes pour sa disponibilité, son sens de l'écoute et sa modestie. A travers lui, je remercie tous les vaillants professeurs et enseignants du département des Sciences Naturelles qui ont participé à ma formation.

Je remercie vivement le Dr. Jean LEFUR, pour les nombreux conseils, les multiples propositions d'orientation et les enseignements indispensables qu'il m'a donnés tout au long de ce travail. Avec lui j'ai eu la chance d'avoir de nouvelles expériences qui m'ont tellement aidé dans cette étude et me serviront encore plus davantage.

Je remercie la présidente du jury Mme Constance AGBOGBA, qui malgré le manque de temps a accepté d'évaluer ce modeste travail. Je remercie aussi M. Papa Ibnou NDIAYE et M. Malick DIOUF d'avoir accepté de juger ce document malgré les nombreuses occupations et le temps qui leur est imparti.

Je ne pourrais terminer sans rendre un grand hommage au Pr. Pape Mbacké SEMBÉNE, le coordonnateur du Master en Biologie Animale pour sa détermination et son implication dans la réussite de ce mémoire grâce aux innombrables soutiens et sa disponibilité à chaque fois qu'on a besoin de lui.

Je remercie aussi M. Khalilou BA et Youssoupha NIANG de l'IRD Mbour pour leur soutien et leur hospitalité lors de nos études de terrain sans oublier mon collaborateur El Hadji Malick DIAKHATÉ et mes amis Pape Adama MBOUP et Christophe A. DIAGNE ainsi que toute l'équipe du CBGP Bel-Air pour leur sympathie, leur gentillesse et leur modestie. Je remercie vivement Mme Arame NDIAYE NDAO qui m'a beaucoup guidé et m'a montré la voie du succès.

Une pensée forte et un grand remerciement à mon frère Abdou DIOUF et à ma sœur Marie Pauline P.Y. DIOUF qui ont toujours été à mes côtés durant ces longues années. Je pense aussi à tonton Saliou NGOM, à tata Anna NGOM et à toute ma famille.

Je dédie ce travail à mes parents et à ma tante paternelle Madjigène DIOUF.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1. Présentation du milieu d'étude	3
I.2. Les rongeurs	4
I.2.1. Rongeurs sahélo-soudaniens	4
I.2.2. Rongeurs rencontrés à Bandia	5
I.2.3. Méthodes d'études de rongeurs	5
I.3. L'espèce étudiée : <i>Mastomys erythroleucus</i>	7
I.3.1. Position systématique <i>Mastomys erythroleucus</i>	7
I.3.2. Caractéristiques biométriques	8
I.3.3. Distribution et répartition	8
I.3.4. Reproduction et croissance	9
I.3.5. Régime alimentaire	10
I.3.6. Importance écologique	11
I.3.7. Importance pour l'agriculture et la santé	11
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	13
II.1. Matériel	13
II.1.1. Les pièges	13
II.1.2. Le piégeage sur quadrat	13
II.1.3. La collecte des données « rongeurs »	14
II.1.4. Description de l'habitat	14
II.2. Méthodes	14
II.2.1. Méthodes d'échantillonnage de la population	14
II.2.1.1. Capture-Marquage-Recapture (CMR)	14
II.2.1.1. Tableau d'Histoire de Capture (THC)	14
II.2.2. Méthodes d'estimation de la population	15
II.2.2.1. <i>Minimum Number Alive</i> (MNA)	15
II.2.2.2. Estimation par l'indice de Lincoln-Petersen	15

II.2.2.3. Calcul de la densité	15
II.2.2.4. Sex-ratio	16
II.2.2.5. Détermination de l'âge des individus	16
II.2.3. Écologie spatiale	16
II.2.3.1. Calcul des barycentres des points de capture par session	16
II.2.3.2. Distance de Recaptures Successives (DRS)	17
II.2.3.3. Distance Maximale de Recapture (DMR)	17
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION	18
III.1. Résultats	18
III.1.1 Les résultats globaux sur le quadrat de Bandia	18
III.1.2. Estimation de l'abondance de <i>M. erythroleucus</i>	18
III.1.2.1. Par le <i>Minimum Number Alive</i> (MNA)	18
III.1.2.2. Par l'indice de Lincoln-Petersen	18
III.1.2.3. Évolution de la densité par rapport à la pluviométrie	19
III.1.3. Les déplacements	20
III.1.3.1. La DRS	20
III.1.3.2. La DMR	20
III.1.4. Répartition des individus par rapport à la végétation	21
III.1.5. Reproduction et structure de la population	21
III.1.5.1. Reproduction	21
III.1.5.2. Sex-ratio	22
III.1.5.3. Structure d'âge	22
III.1.5.4. Structure de poids par session	23
III.2. Discussion	24
CONCLUSION	28
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Données 2006.2011 du programme AMMA, données 2012 de la Météo Nationale, le tout à partir des stations installées sur le site de l'IRD Mbour	3
Figure 2 : <i>Mastomys erythroleucus</i>	7
Figure 3 : Zone de répartition de <i>Mastomys erythroleucus</i> dans les pays d'Afrique de l'Ouest sahélo-soudanienne (Granjon & Duplantier, 2009)	9
Figure 4 : Cycle de reproduction de <i>Mastomys erythroleucus</i> dans la nature (adapté de Hubert, 1977)	10
Figure 5 : Indice de consommation de <i>Mastomys erythroleucus</i> au cours de l'année	11
Figure 6 : Piège de type BTS. Manufrance : A, piège fermé ; B, piège ouvert	13
Figure 7 : Le quadrat d'étude. A, Photo du site et délimitation du quadrat (image Google Earth, résolution 2m, juillet 2013) ; B, Simulation informatique du site et du quadrat ; les points blancs représentent les pièges (J. Lefur)	13
Figure 8 : Courbes d'abondance des trois principales espèces rencontrées à Bandia	18
Figure 9 : Évolution de la taille de la population entre Décembre 2008 et Juin 2012	19
Figure 10 : Évolution de la densité par rapport à la pluviométrie entre décembre 2008 et juin 2012	20
Figure 11 : Courbes des moyennes de DRS et de DMR des Adultes Femelles et Mâles de <i>M. erythroleucus</i>	20
Figure 12 : Répartition et distribution des barycentres des individus capturés aux sessions de juin entre 2009 et 2012 par rapport à la physiologie de la végétation	21
Figure 13 : Pourcentage des femelles gestantes (% F. gest.) et des mâles sexuellement actifs (% M. act.) de <i>M. erythroleucus</i>	22
Figure 14 : Histogramme de la sex-ratio de <i>Mastomys erythroleucus</i> à Bandia entre décembre 2008 et juin 2012	22
Figure 15 : Structure d'âge chez <i>M. erythroleucus</i> à Bandia	23
Figure 16 : Évolution du poids moyen des individus au cours des sessions de piégeage	23

LISTES DE TABLEAUX

Tableau I : Position systématique de <i>Mastomys erythroleucus</i>	8
Tableau II : Modèle de THC	15
Tableau III : Évolution de taille de la population de <i>M. erythroleucus</i> estimée par deux estimateurs de population différents.....	19

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Les fiches de terrain, I.1) Pour la description du milieu (quadrat d'étude), I.2) Pour l'identification des rongeurs.

Annexe II : Photos de terrain sur le site de Bandia (juin 2013).

Annexe III : Relevé de végétation et de quelques caractéristiques du sol autour du piège A1.

Annexe VI : Méthode d'estimation de la taille de la population par l'indice de Lincoln-Petersen à la session 1 de décembre 2008.

Annexe V : Résultats globaux des sessions de captures effectuées à Bandia entre décembre 2008 et juin 2012 en raison d'un piégeage par trimestre. Le tableau présente le nombre d'individus capturés et le pourcentage de chaque espèce à chaque session de piégeage.

Annexe VI : Tableau des moyennes des DRS par session.

Annexe VII : Histogrammes des DMR des Femelles et des Mâles au cours des différentes sessions de piégeage effectuées à Bandia entre décembre 2008 et juin 2012.

Annexe VIII : Simulation informatique de la physionomie végétale du quadrat d'étude à partir des relevés de végétation grâce un code de couleur Red, Green, Blue (RGB).

Annexe IX : Analyse par le test du « Khi 2 » de la distribution des barycentres de captures des individus capturés aux sessions de juin des quatre années (de 2009 à 2012) en fonction pourcentage de la couverture végétale dont le relevé a été effectué en juin 2013.

Annexe X : Analyse de la sex-ratio par le test du « Khi 2 ».

Introduction

Les rongeurs (ou Rodentia) sont des Mammifères terrestres placentaires. Ils constituent l'ordre le plus important et le plus diversifié de la classe des Mammifères dont ils renferment 42 % des espèces (Wilson & Reeder, 2005). Comme tous les autres animaux, ils évoluent dans des environnements complexes où de multiples facteurs agissent en interaction (Frontier & Pichod-Viale, 1998 ; Dajoz, 2006 ; Ramade, 2009). Il s'agit notamment de facteurs biologiques (traits de vie qui conditionnent le fonctionnement des populations), de facteurs édaphiques (liés aux caractéristiques géologiques et physico-chimiques du substrat), de facteurs trophiques (incluant autant l'accès à la nourriture que les relations de prédation), de facteurs climatiques (avec notamment l'effet des saisons) et de facteurs comportementaux et sociaux (dans le cas des animaux qui développent des comportements collectifs). Tout changement de ces facteurs peut donc avoir un impact sur le mode de vie et/ou les interactions des rongeurs entre eux et avec leur milieu (Ramade, 2009). Il se solde par exemple par des phénomènes de migration/dispersion, ou par une adaptation aux conditions nouvelles de l'habitat. La diversité des rongeurs est donc en particulier le fruit d'une grande capacité d'adaptation aux différents facteurs biotiques et abiotiques (Spitz & Bourlière, 1975) et d'une faculté de multiplier leurs effectifs lorsque les conditions du milieu sont favorables, ceci entraînant de fortes densités ou même des pullulations (Poulet, 1978).

Les rongeurs constituent aussi un maillon important des chaînes alimentaires (Bâ *et al.*, 2000). En outre les rongeurs ont toujours été de grands concurrents de l'homme depuis des millénaires (Leirs, 1995). Ils sont des ravageurs de cultures et de denrées stockées (Granjon & Duplantier, 2009). Ils jouent un rôle dans le domaine de la santé comme vecteurs et hôtes intermédiaires de nombreux germes pathogènes pour l'homme (Bâ, 2002 ; Granjon & Duplantier, 2009 ; Diagne, 2012). Pour mieux les connaître afin de mieux gérer leurs populations, l'étude de leur écologie (préférences d'habitat, caractéristiques du terrier ou du gîte, rythme d'activité, régime alimentaire, déplacements et principaux traits comportementaux) devient alors fondamentale. Ainsi, depuis plus d'une quarantaine d'années, plusieurs études d'écologie des populations de rongeurs se sont succédées au Sénégal et plus particulièrement sur le site de la forêt classée de Bandia (Hubert, 1977 ; Hubert *et al.*, 1977 ; Hubert, 1982 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002 ; Crespin *et al.*, 2012), permettant de disposer d'une masse de connaissances unique sur le sujet. Ces différentes recherches concernent entre autres la dynamique des populations (Hubert, 1977), la répartition et les préférences d'habitat (Duplantier & Granjon, 1988), les relations intraspécifiques (Granjon, 1987) et même leur importance dans le domaine de la santé humaine (Bâ, 2002). Parmi ces espèces, *Mastomys erythroleucus* (Rodentia, Muridae) représente l'espèce de rongeur la plus répandue au Sénégal (Bâ, 2002). Elle est également l'espèce dominante dans la réserve de Bandia (Hubert, 1977), où de nombreuses connaissances ont été acquises grâce aux études effectuées sur ce site (Hubert, 1977, 1982 ; Hubert *et al.*, 1977 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002 ; Crespin *et al.*, 2012).

Il existe, pour *M. erythroleucus*, de grandes différences entre les tailles de sa population d'une saison à la suivante et entre deux années consécutives (Hubert, 1982 ; Granjon, 1987 ; Bekele & Leirs, 1997), avec des possibilités de pullulations. Si les tendances saisonnières des variations numériques des populations sont bien connues (Hubert, 1982), les facteurs bioécologiques conditionnant ces variations sont encore bien loin d'être clairement toutes élucidées, même s'il est clair que la pluviométrie y joue un rôle primordial (Leirs, 1995).

L'identification et l'étude du rôle respectif de ces facteurs permettront de mieux connaître l'écologie de cette espèce et de donner une orientation pour les stratégies de lutte en cas de pullulations de ces rongeurs ravageurs de cultures et de stocks de denrées alimentaires. Notre étude s'inscrit dans cette optique et propose de s'appuyer sur la connaissance accumulée et l'analyse de résultats récents de captures de rongeurs (série de piégeages trimestriels selon un protocole de Capture-Marquage-Recapture sur près de 3 ha entre 2008 et 2012 sur le site de Bandia) pour caractériser cet environnement complexe afin d'identifier précisément les différents facteurs bioécologiques qui influencent la dynamique de population de *M. erythroleucus* sur ce site.

Pour la réalisation de cette étude, notre travail s'est articulé autour trois points : le premier consiste en une revue synthétique de littérature sur l'écologie et la biologie de *M. erythroleucus*, le deuxième récapitule le matériel utilisé dans l'étude et la méthode employée pour parvenir à l'obtention des différents résultats, et le troisième est consacré à la présentation et à la discussion de ces résultats.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Présentation du milieu d'étude

Les études présentées dans ce document ont été effectuées dans la réserve de Bandia, jadis forêt classée située dans un environnement mosaïque comprenant des terres en jachère et de la savane (Hubert, 1977), aujourd'hui réserve de faune à l'abri des activités humaines. Bandia est située dans la région de Thiès (14° 35" Nord – 17° 01" Ouest) à 70 km au sud-est de Dakar sur la route nationale N1. Cette petite réserve naturelle, la première réserve privée du Sénégal, a été créée en 1990 et couvre une superficie (clôturée) de 1500 ha, avec un projet d'extension à 3500 ha. La région de Bandia peut être considérée comme une plaine dominée à l'est par le rebord du plateau de Thiès constitué de latérites phosphatés formant cuesta, et à l'ouest par les premiers gradins du horst de Diass dont le soulèvement a affecté les grès du Maestrichtien (Hubert *et al.*, 1977). Selon la même source, la réserve est drainée par un cours d'eau, la Somone, à régime temporaire et dont l'écoulement laisse subsister un chapelet de mares permettant à une galerie forestière à essences plus méridionales de se maintenir. La réserve de Bandia est située dans la zone sahélo-soudanienne, mais en bordure occidentale, où l'influence des alizés se fait sentir en hiver du fait de la proximité de la mer et de la zone climatique sub-canarienne (Hubert, 1977). Elle est soumise à un climat soudano-sahélien caractérisé par une longue saison sèche (de novembre à juin) et une courte saison des pluies de juin à octobre (Hubert *et al.*, 1973 ; Hubert & Adam, 1985). La région est traversée par l'isohyète 550 mm, mais les précipitations y sont variables d'une année à une autre, aussi bien pour les quantités que pour la répartition des pluies (Hubert, 1982). Entre décembre 2008 et juin 2012, le relevé de la pluviométrie effectué à la station IRD de Mbour à quelques kilomètres du site de Bandia fait état de précipitations annuelles variant entre 320,8 mm (2007) et 782,4 mm (en 2009) avec une distribution et une répartition inégales (Fig. 1). Le peuplement végétal de la forêt de Bandia est de type sahélo-soudanien mais la végétation y est évidemment très liée à la qualité des sols (Hubert *et al.*, 1977). Dans les années 70-80, on distinguait plusieurs grands types d'associations végétales, plus ou moins bien représentées selon que la zone avait été mise en culture ou non (Hubert, 1977), avec une dominance arbustive (Granjon, 1987) et différentes espèces d'arbres.

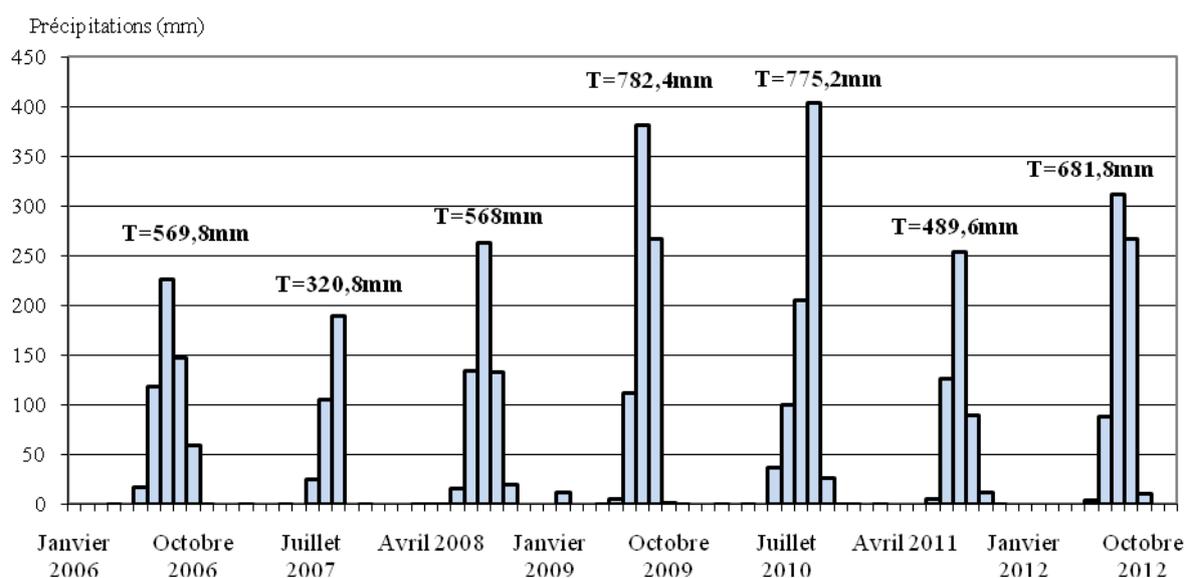


Figure 1 : Données de pluviométrie (2006-2011 : programme AMMA, 2012 : Météo Nationale) sur le site de l'IRD Mbour.

La plupart des arbustes et des plantes ligneuses rencontrées sont des plantes caducifoliées dont les feuilles apparaissent pendant la saison des pluies et tombent plus ou moins tôt au cours de la saison sèche, à l'exception de *Faidherbia albida* qui perd ses feuilles en hivernage pour les retrouver en saison sèche (Hubert, 1977). La floraison a lieu en hivernage (saison des pluies), et est suivie par la fructification (Hubert *et al.*, 1977). L'épiaison des différentes espèces de graminées a lieu tout au long de l'hivernage. La hauteur de la végétation est très variable selon la pluviométrie : 50 cm à 1 m selon les espèces en 1971 et 10 à 30 cm en 1972 (Hubert, 1977). La faune de mammifères de Bandia est caractéristique des zones sahélo-soudaniennes.

I.2. Les rongeurs

Les rongeurs constituent l'ordre de mammifères le plus diversifié dans la nature actuelle (Wilson & Reeder, 2005), et représentent à eux seuls environ la moitié du nombre total d'espèces de placentaires. Les espèces existantes de rongeurs se répartissent en 481 genres (Wilson & Reeder, 2005). Selon ces auteurs, cet ordre comporte 99 familles dont quelques unes sont bien connues du grand public comme les Muridae (famille du rat et de la souris), grâce aux nombreux travaux dont ils ont fait l'objet (voir par exemple pour le Sénégal, Poulet, 1972 ; Hubert, 1977, 1982 ; Granjon, 1987 ; Duplantier & Granjon, 1988 ; Bâ, 2002). Ils vivent sur toute la planète à l'exception du milieu marin. Leur origine remonte au début de l'ère tertiaire, il y a environ 65 Ma. Leur diversification aurait ensuite eu lieu à la limite Paléocène-Éocène (55 Ma), un scénario proposé à la fois grâce aux interprétations des données paléontologiques et moléculaires (Granjon & Duplantier, 2009). Les rongeurs ont la caractéristique commune d'être dépourvus de canines et de posséder une paire d'incisives. Celles-ci sont tranchantes, à croissance continue et taillées en biseau. Ils ont une articulation au niveau de leur mâchoire qui permet à celle-ci de se mouvoir dans le sens vertical, mais aussi dans un mouvement horizontal d'arrière en avant, propre à limer les substances dures entre les incisives, et à les broyer entre les molaires. Ces petits mammifères sont aussi caractérisés par une faible longévité. Selon les résultats de Hubert (1982), il est exceptionnel qu'un *Mastomys erythroleucus* vive plus d'une année dans la nature, c'est-à-dire au-delà de la période de reproduction (saison des pluies) qui suit celle au cours de laquelle il est né. Par contre, en élevage, il peut vivre de 4 à 5 ans (Hubert, 1982). Ils présentent une capacité à multiplier leurs effectifs quand les conditions de leur milieu de vie deviennent favorables (Hubert & Adam, 1985 ; Spitz & Bourlière, 1975). Leur position systématique et leur grande diversité font des Rongeurs un groupe taxonomique d'une très grande importance tant au niveau écologique (dans la biodiversité et dans les chaînes alimentaires), qu'au niveau économique (déprédateurs et ravageurs) et sanitaire.

I.2.1. Rongeurs sahélo-soudaniens

L'aire sahélo-soudanienne est la zone latitudinale comprise entre les régions dites sahélienne et soudanienne (Hountondji, 2008). Elle est caractérisée par un climat aride à semi-aride, à régime pluviométrique unimodal, contrôlé par la mousson ouest-africaine. L'élément majeur du climat est la grande variabilité spatiale des précipitations et des températures qui suivent le rythme des saisons. Comprises entre 8° et 18° de latitude nord, les bandes sahélienne et soudanienne se situent toutes entières entre l'Equateur et le Tropique du Cancer, et bénéficient d'un climat tropical. Les rongeurs sahélo-soudaniens sont répartis à la fois sur la zone sahélienne et sur la zone soudanienne et forment un ensemble d'espèces dont le centre de gravité de la distribution se situe entre 12° N et 13° 30' N (Granjon & Duplantier, 2009). Selon Granjon & Duplantier (2009), 31 genres vivaient dans cette zone bioclimatique.

Elles appartiennent en particulier aux sous-familles suivantes : Dendromurinae (*Steatomys cuppedius*), Sciurinae (*Xerus erythropus*), Gerbillinae (*Gerbilliscus gambianus*, *Gerbilliscus guineae*, *Taterillus gracilis*...), Murinae (*Arvicanthis ansorgei*, *Arvicanthis niloticus*, *Mastomys erythroleucus*, *Mastomys huberti*, *Mastomys natalensis*, *Mus musculus*, *Praomys daltoni*, *Rattus rattus*...). Ces espèces sont les plus souvent rencontrées sur le site de Bandia (Hubert, 1977) et sur le site proche de l'IRD de Mbour (Duplantier *et al.*, 1991b). Plusieurs autres groupes de rongeurs peuplent cette aire géographique. Toutefois il est important de noter que ces groupes de rongeurs ne sont pas présents partout en même temps. La répartition et l'abondance des différentes espèces varient en fonction de leurs préférences écologiques et d'autres facteurs intrinsèques à chaque espèce.

I.2.2. Rongeurs rencontrés à Bandia

Au Sénégal, à partir des années 70, plusieurs études ont été effectuées (Poulet, 1972 ; Hubert, 1977 ; Duplantier & Granjon, 1988) pour un recensement complet des différents rongeurs rencontrés dans le pays. Le peuplement de rongeurs du Sénégal comptait, en 1992, 37 espèces appartenant à 10 familles (Duplantier & Granjon, 1992). Ces rongeurs présentent une répartition suivant un découpage biogéographique bien défini à travers le pays (Duplantier *et al.*, 1997). De ce fait, certaines espèces sont cantonnées à certaines zones biogéographiques ou habitats alors que d'autres comme *Mastomys erythroleucus* sont ubiquistes (Bâ, 2002).

La réserve de Bandia est une partie du Sénégal où l'on rencontre une grande diversité végétale et animale. La faune de rongeurs de Bandia est relativement riche et caractéristique des zones sahélo-soudaniennes (Hubert, 1977) et forme une communauté largement polyspécifique et représentative des zones moyennes du Sénégal. En 1977, Hubert avait dénombré dix-sept (17) espèces de rongeurs à Bandia : *Xerus erythropus*, *Heliosciurus gambianus*, *Gerbilliscus gambianus*, *Gerbilliscus guineae*, *Taterillus gracilis*, *Mastomys erythroleucus*, *Taterillus pygargus*, *Cricetomys gambianus*, *Steatomys caurinus*, *Mus mattheyi*, *Mus musculoides*, *Rattus rattus* (dans les maisons uniquement), *Arvicanthis niloticus*, *Lemniscomys barbarus*, *Myomys daltoni*, *Graphiurus murinus*, *Hystrix cristata*. Ces différentes espèces y sont présentes selon des proportions disparates. Selon toujours les résultats de Hubert (1977), l'essentiel de la biomasse des rongeurs de Bandia était constitué par cinq espèces : *Gerbilliscus gambianus*, *Gerbilliscus guineae*, *Taterillus gracilis*, *Taterillus pygargus* et *Mastomys erythroleucus* qui est, pour toutes les études menées (Hubert, 1982 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002) l'espèce la plus abondante.

I.2.3. Méthodes d'étude des rongeurs

- **Le piégeage sur quadrat**

Cette méthode consiste à disposer les pièges utilisés pour l'échantillonnage d'une population de rongeurs selon une grille à maille carrée (dont la valeur est à adapter en fonction des espèces ciblées) couvrant une surface bien déterminée (Duplantier *et al.*, 1984).

- **Les techniques de Capture-Marquage-Recapture (CMR)**

Elles ont été largement utilisées dans de nombreuses études de population de rongeurs, que ce soit au Sénégal (Hubert, 1977 ; Hubert *et al.*, 1981a ; Granjon, 1987 ; Duplantier *et al.*, 1997 ; Bâ, 2002), au Mali (Granjon *et al.*, 2005 ; Crespín *et al.*, 2008) ou en Afrique de l'Est (Leirs *et al.*, 1990 ; Bekele & Leirs, 1997 ; Odhiambo *et al.*, 2005). Elles consistent à capturer des individus au sein de la population, à les marquer puis à les relâcher au même point de capture.

Lors d'une nouvelle session d'autres individus seront capturés, parmi lesquels certains seront déjà marqués et d'autres nouvellement capturés. Les techniques de CMR produisent des résultats plus exacts lorsqu'une portion élevée de la population est capturée (Krebs, 1984).

- **La méthode du MNA (« *Minimum Number Alive* »)**

Krebs (1966) a introduit la méthode du MNA, pour estimer le nombre d'individus vivants sur une zone échantillonnée à un moment donné (session de piégeage), en utilisant les informations des sessions de capture antérieures et postérieures à la session cible comme suit : le MNA d'une session t est obtenu en ajoutant au nombre d'individus capturés lors de la session t le nombre d'individus non capturés au temps t mais capturés lors d'une des sessions précédentes et recapturés lors d'une des sessions suivantes (et donc supposés vivants lors de la session t).

- **Indice de Lincoln Petersen**

L'indice de Lincoln-Petersen décrit par F.C. Lincoln en 1930 (Duplantier *et al.*, 1984) est un estimateur de la taille d'une population étudiée par la méthode de CMR (voir par exemple Mermod, 1969 ; Duplantier *et al.*, 1985 ; Granjon, 1987 ; Duplantier, 1989 ; Bâ, 2002). C'est une méthode utilisée pour estimer la taille d'une population à partir d'un échantillon capturé pendant un temps suffisamment court pour qu'on puisse considérer cette population comme fixe (la mortalité, la natalité et les mouvements sont supposés négligeables).

A la première période, dite « de capture », un certain nombre d'individus est capturé, marqué puis relâché dans la population. Après un court laps de temps, un second prélèvement selon les mêmes procédés est effectué durant une période dite « de recapture » (voir Annexe IV). Parmi les individus capturés dans cette deuxième phase, certains vont être marqués tandis que d'autres sont nouvellement capturés. La proportion d'animaux marqués dans le deuxième échantillon doit refléter la proportion d'animaux marqués dans l'ensemble de la population. La relation de base est :

$$\frac{N_{pt}}{Mr} = \frac{C}{Rm}$$

avec N_{pt} , le nombre estimé de la population totale ; Mr , le nombre d'individus marqués dans la période de capture ; C , le nombre total d'animaux capturés dans la période de recapture et Rm , le nombre d'animaux marqués recapturés dans la période de recapture.

A partir de cette relation, on peut déduire le nombre estimé de la population totale présente au sein du quadrat de CMR :

$$N_{pt} = \frac{C * Mr}{Rm}$$

- **Distance entre Recaptures Successives (DRS)**

La DRS est la moyenne des distances linéaires entre points de capture successifs d'un animal dans une même session de piégeage (Spitz, 1963 *in* Granjon, 1987). C'est un indice de déplacement qui est largement utilisé dans l'étude de populations de petits mammifères dont les rongeurs (Spitz, 1969 ; Poulet, 1972 ; Hubert, 1982 ; Granjon, 1987). Püttker *et al.* (2012) soulignent sa faible précision pour un nombre de captures en dessous de 10 mais recommandent néanmoins son utilisation, en faisant preuve de prudence dans l'interprétation des résultats basés sur des données de piégeage avec de faibles nombres de captures par individu.

- **Distance Maximale de Recapture (DMR)**

La DMR traduit la distance entre les recaptures les plus éloignées d'un individu au cours d'une session (Spitz, 1963 *in* Granjon, 1987).

Elle correspond au „range length“ des anglo-saxons et est régulièrement utilisée dans l'étude de populations de petits mammifères dont les rongeurs (Poulet, 1972 ; Hubert, 1982 ; Duplantier *et al.*, 1984 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002 ; Granjon *et al.*, 2005). Selon Nydegger & Johnson (1989), la DMR n'est pas influencée par le nombre de captures de l'individu, ne prenant en compte que les deux points de capture les plus éloignés.

I.3. L'espèce étudiée : *Mastomys erythroleucus* (Fig.2)

Le genre *Mastomys* est considéré comme un groupe homogène. Au Sénégal, seules deux espèces de *Mastomys* : *Mastomys erythroleucus* et *Mastomys huberti* avaient été identifiées (Hubert *et al.*, 1973) jusqu'à ce que les travaux de Duplantier & Granjon (1988) aboutissent à la mise en évidence d'une troisième espèce : *Mastomys natalensis*. A Bandia, les individus du genre *Mastomys* sont tous référables à *Mastomys erythroleucus* (Hubert, 1977). Sa capacité d'adaptation et sa prolificité font de *Mastomys erythroleucus* une espèce à large répartition géographique et à grande importance économique, sanitaire et surtout écologique.



Figure 2 : *Mastomys erythroleucus*

I.3.1. Position systématique de *Mastomys erythroleucus*

L'ordre des rongeurs est divisé en quatre (4) sous-ordres (Granjon & Duplantier, 2009) : Hystricomorpha, Sciuromorpha, Myomorpha et Anomaluromorpha. Le sous-ordre des Myomorpha est le plus riche et renferme 326 genres pour 1569 espèces (Wilson & Reeder, 2005). *Mastomys erythroleucus* fait partie de la famille des Muridae qui demeure de loin la famille la plus diversifiée de l'ordre des rongeurs avec 150 genres et 730 espèces connues (Wilson & Reeder, 2005). Elle comprend tous les rongeurs ressemblant au rat et à la souris (Duplantier *et al.*, 1991b), et est représentée en zone sahélo-soudanienne par trois (3) sous-familles : Deomyinae, Gerbillinae et Murinae (Granjon & Duplantier, 2009). *Mastomys erythroleucus* appartient à la sous-famille des Murinae (voir tableau I). En 1992, Duplantier & Granjon avaient présenté une liste de toutes les espèces de rongeurs de la famille des Muridae présentes au Sénégal. Cette liste comporte, en plus des trois espèces du genre *Mastomys* suscitées (*M. erythroleucus*, *M. huberti* et *M. natalensis*), les espèces suivantes (nomenclature mise à jour suivant Granjon & Duplantier, 2009) : *Arvicanthis niloticus*, *Arvicanthis ansorgei*, *Dasymys rufulus*, *Lemniscomys zebra*, *Mus musculus*, *Praomys daltoni*, *Mus (Nannomys) haussa*, *Mus (Nannomys) mattheyi*, *Mus (Nannomys) minutoides*, *Mus (Nannomys) setulosus*, *Praomys rostratus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Grammomys buntingi* et *Uranomys ruddi*.

Tableau I : Position systématique de *Mastomys erythroleucus*

Règne	Animal
Phylum	Cordés
Embranchement	Vertébrés
Sous-embranchement	Gnathostomes
Classe	Mammifères
Ordre	Rongeurs
Sous-ordre	Myomorphes
Super-famille	Muroidés
Famille	Muridés
Sous-famille	Murinés
Genre et espèces	<i>Mastomys erythroleucus</i>

I.3.2. Caractéristiques biométriques

Une description complète de *Mastomys erythroleucus* a été effectuée par Granjon & Duplantier (2009). C'est un rat à mamelles multiples de taille moyenne dont les femelles possèdent deux rangées continues de mamelles (jusqu'à 2 x 12 au total). *Mastomys erythroleucus* a une couleur châtain clair à brun, plus sombre sur le dos que sur les flancs, et une couleur ventrale blanchâtre à beige. La ligne de démarcation entre flancs et ventre est en général nette. La base des poils ventraux est toujours de couleur grise-brune. Il a des yeux relativement petits, un museau plus ou moins allongé et des oreilles relativement longues. Le dessus des pieds et des mains est blanchâtre. La queue de cette espèce est unicolore brune et noire, nue et annelée. La longueur de la queue (LQ) de *M. erythroleucus* est en général légèrement inférieure (ou égale) à la longueur Tête + Corps (LTC). Leur poids est variable selon l'âge et la saison (en fonction de la disponibilité en nourriture). De 14 à 25 g à l'âge de juvénile (jusqu'à environ 2 mois), ils peuvent atteindre une centaine de grammes à l'âge adulte.

I.3.3. Distribution et répartition

Selon les études effectuées sur les rongeurs en Afrique de l'Ouest (Granjon, 1987 ; Duplantier & Granjon, 1988 ; Granjon & Duplantier, 2009) et en Afrique de l'Est (Odhiambo *et al.*, 2005 ; Bekele & Leirs, 1997), *Mastomys* apparaît comme un genre à large répartition géographique. On le rencontre du Maroc à l'Afrique du Sud, dans de nombreux habitats à l'exception des déserts et des forêts (Bâ, 2002). *Mastomys erythroleucus*, de par sa capacité à vivre aussi bien en extérieur que dans les habitations, est présente même dans les zones les plus sèches du Ferlo du Sénégal (Duplantier *et al.*, 1997). Le plus ubiquiste des rongeurs sahélo-soudaniens (Granjon & Duplantier, 2009), *M. erythroleucus* fréquente surtout les habitats de savane arbustive et de forêt sèche, et est surtout inféodée aux sols sablo-argileux à rocheux. Au Sénégal, cette espèce est rencontrée partout où des piégeages ont été effectués (Duplantier *et al.*, 1991a, 1997 ; Bâ, 2002). Il en est de même dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest (Granjon & Duplantier, 2009 ; Fig. 3), jusqu'au Kenya (Odhiambo *et al.*, 2005) et en Ethiopie (Bekele & Leirs, 1997).

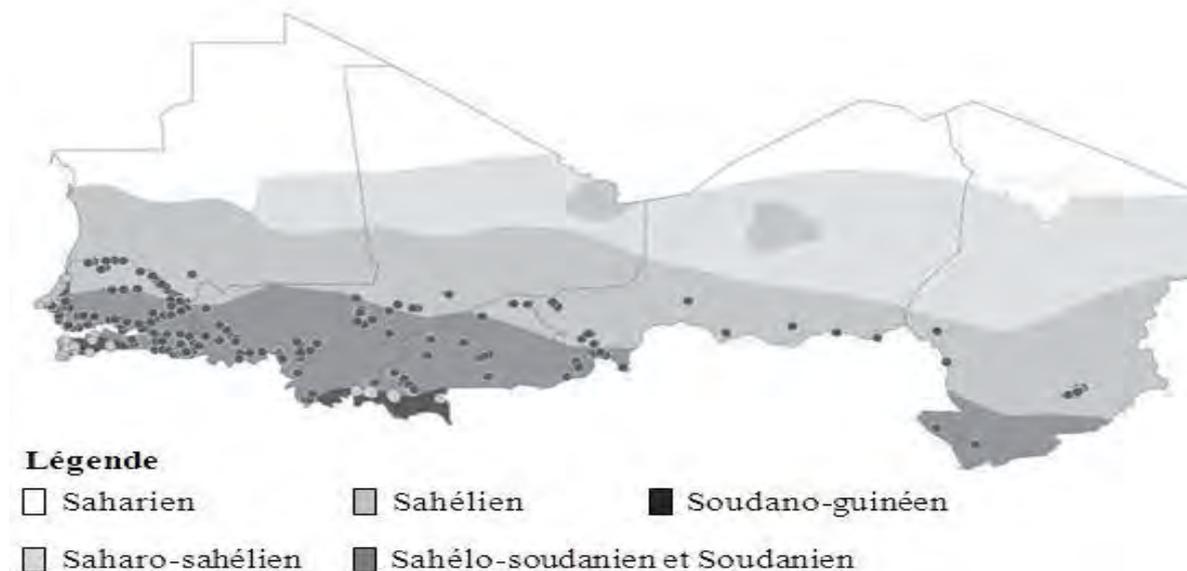


Figure 3 : Zone de répartition de *M. erythroleucus* dans les pays d’Afrique de l’Ouest sahélo-soudanienne (Granjon & Duplantier, 2009).

I.3.4. Reproduction et croissance

La saison de reproduction chez *M. erythroleucus* ne présente pas de limites précises de début et de fin. Elle commence à des périodes différentes selon les situations et sa durée est également variable d’une année à une autre selon les conditions climatiques et la disponibilité de la nourriture (Hubert, 1977 ; Granjon, 1987). Selon Hubert (1982), d’après une étude effectuée entre 1975 et 1981 dans la réserve de Bandia, cette saison de reproduction débute réellement en août et se termine en janvier de l’année suivante. L’étude effectuée par Hubert (1977) dans la forêt de Bandia donne une idée claire sur le cycle de reproduction (fig. 4). Dans cette étude, on constate que les femelles étaient gestantes en septembre et octobre alors que les mâles étaient sexuellement actifs depuis juin. Il a été montré que la proportion de femelles en reproduction diminue au fur et à mesure que l’on avance dans la saison sèche (Hubert, 1982). La reproduction va alors se poursuivre plus ou moins longtemps selon la qualité de la saison des pluies précédente, et donc des ressources végétales qui en sont dépendantes (Granjon & Duplantier 2009). Les juvéniles apparaissent en novembre et décembre. Après une saison des pluies longue à précipitations suffisamment abondantes et bien réparties, certains juvéniles peuvent se reproduire au cours de la saison sèche au début de laquelle ils sont nés. La durée de la gestation est de trois semaines (Hubert & Adam, 1975 ; Duplantier *et al.*, 1996) et la taille de portée est très variable. Selon Hubert & Adam (1975), les nombres les plus fréquents sont entre 7 et 13 petits par portée avec un maximum de 15. Duplantier *et al.* (1996) ont observé en captivité une taille de la portée à la naissance qui varie de 1 à 16 petits avec une moyenne de 7,1. *Mastomys erythroleucus* a une croissance rapide et les variations de la longueur du corps et de celle de la queue sont relativement importantes chez les adultes (Hubert & Adam, 1975). Pour *Mastomys* comme pour la plupart des Muridae, le sevrage a lieu à environ 3 semaines d’âge (Duplantier *et al.*, 1996).

Les petits, aussi bien femelles que mâles, présentent une maturité sexuelle précoce comme le prouvent de nombreuses études : Les petits sont capables de se reproduire vers 12 semaines (Hubert & Adam, 1975 ; Granjon, 1987) mais Poulet (1982) note que les mâles auraient une maturité sexuelle plus tardive que les femelles. A 3 mois, les animaux sont adultes et à partir de cet âge les femelles ont tendance à se sédentariser plus vite que les mâles.

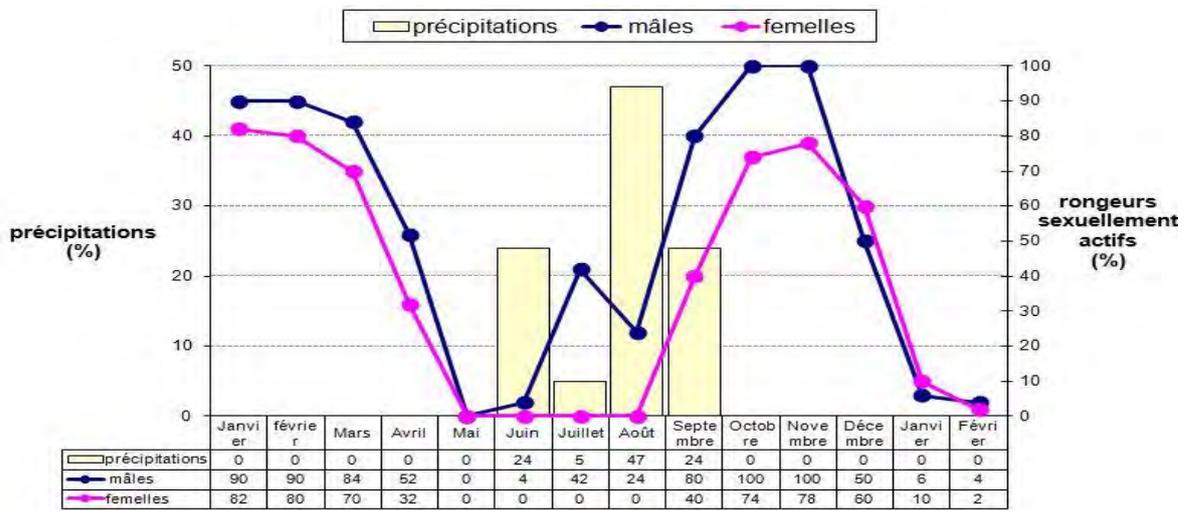


Figure 4 : Cycle de reproduction de *M. erythroleucus* dans la nature (adapté de Hubert, 1977).

I.3.5. Régime alimentaire

Mastomys erythroleucus est une espèce granivore et insectivore qui présente un régime alimentaire principalement granivore, mais pouvant inclure d'autres parties végétales comme les tiges et les feuilles de certaines espèces (Hubert *et al.*, 1981b). Son régime alimentaire est donc riche et diversifié mais change suivant les saisons de l'année. D'après les travaux de Moro & Hubert (1983) à Bandia, pendant la saison sèche (de novembre à juin), le régime est essentiellement constitué de graines de Convolvulacées (*Merremia aegyptiaca* et *Ipomea spp*) et de graines de Graminées sauvages. D'autres groupes de graines sont moins régulièrement mangés : *Achyranthes*, *Cucumis*, *Corchorus* en début de saison sèche ; *Zizyphus*, *Peristrophe*, *Trianthema* en fin de saison sèche. Au cours de la saison des pluies, *M. erythroleucus* consomme de moins en moins de graines de Convolvulacées et de plus en plus celles des Graminées sauvages, les premières à parvenir à maturité.

La consommation d'insectes est également régulière pendant la saison sèche. Des restes d'insectes sont trouvés dans tous les estomacs. Ce sont essentiellement des termites et des fourmis, parfois des Hétéroptères et des Coléoptères, dont la fréquence dans les estomacs augmente tout au long de la saison sèche jusqu'en juillet. Les feuilles et les tiges font également partie du régime mais avec une fréquence moindre que les insectes. Le régime alimentaire devient moins régulièrement insectivore au cours de la saison des pluies malgré l'apparition dans le milieu et dans les contenus stomacaux de criquets et de chenilles. Par contre les animaux se remettent à manger feuilles et tiges plus souvent (Fig. 5).

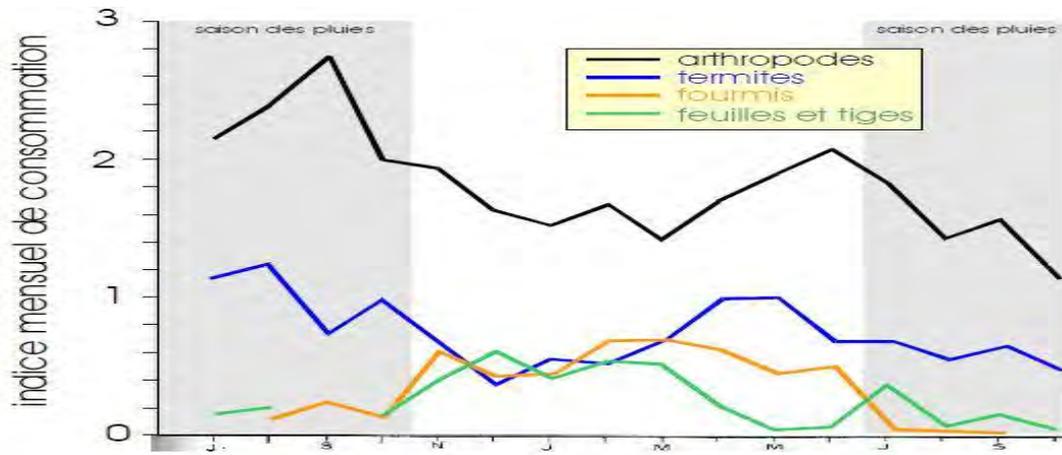


Figure 5 : Indice de consommation de *M. erythroleucus* au cours de l'année.

Chaque contenu stomacal étudié est noté :

- ◆ 0 = pas de fragment,
- ◆ + = quelques fragments,
- ◆ ++ = beaucoup de fragments
- ◆ +++ = représente la totalité du contenu stomacal.

Chaque mois, l'indice est le rapport du nombre de croix au nombre total de contenus stomacaux étudié. La saison des pluies est figurée dans la zone grise (figure adaptée de Moro et Hubert, 1983).

I.3.6. Importance écologique

Présente partout au Sénégal (Bâ, 2002), *M. erythroleucus* occupe une place importante dans les communautés de rongeurs. Elle présente une grande importance écologique et constitue un maillon important des chaînes alimentaires. Moro & Hubert (1983) affirment que *M. erythroleucus* consomme une large gamme de graines de Graminées, Convolvulacées, Légumineuses, Malvacées, Amarantacées. *Mastomys erythroleucus*, en plus d'être granivore et insectivore, peut également consommer des fruits (Duplantier, 1989). Ce régime l'implique dans la dissémination des graines de ces différentes espèces végétales et il participe donc à la régénération de la végétation.

En outre, les rongeurs sont les proies d'un certain nombre de prédateurs nocturnes. Les travaux de Bâ *et al.* (2000) donnent une idée claire sur la préférence de ces prédateurs pour les rongeurs. Leurs résultats montrent que les rongeurs sont les principales proies de la chouette effraie, représentant entre 73,7 et 100% des proies identifiées dans des échantillons de pelotes collectées dans le parc national du Djoudj au Sénégal. Les rongeurs du genre *Mastomys* y sont les plus abondants, représentant presque $\frac{3}{4}$ des rongeurs rencontrés dans ces pelotes, et étant présents dans l'ensemble des sites étudiés.

I.3.7. Importance pour l'agriculture et la santé

La plupart des rongeurs africains sont des granivores-herbivores et, de ce fait, sont des concurrents directs de l'homme, en particulier pour les céréales (Granjon & Duplantier 2009). Cette concurrence est accentuée par l'émergence de agriculture irriguée, voire industrielle, où la présence d'eau et de nourriture durant toute l'année multiplie les risques d'augmentation des densités, voire de pullulation (Duplantier, 1997, 1998). Plus de 70 espèces de rongeurs africains sont considérées comme des ravageurs de cultures sur pieds et après récoltes et sur les denrées stockées (Granjon & Duplantier, 2009) et les rats à mamelles multiples du genre *Mastomys* sont parmi les espèces nuisibles les plus répandues en Afrique. En Ethiopie, il a été estimé que les rongeurs consomment ou détruisent jusqu'à 20 % des récoltes de céréales (Bekele & Leirs, 1997). Dans cet ensemble, *M. erythroleucus* occupe une place importante.

En effet, *M. erythroleucus* est considérée comme un grand ravageur de cultures de maïs en Afrique de l'Est (Odhiambo *et al.*, 2005). Au Sénégal elle a été incluse dans la liste des principaux rongeurs responsables des dégâts lors de la pullulation de 1974-1976 (Granjon & Duplantier, 2009). Elle est responsable de déprédations dans les cultures sur pied et après récolte (Hubert & Adam, 1985) comme dans les denrées stockées dans les villages (Granjon & Duplantier, 2009). Les espèces du genre *Mastomys* ont ravagé les poivrons et tomates en maraîchage industriel et ont causé des dégâts importants sur le riz, le haricot vert, la tomate en maraîchage traditionnel et en contre-saison (ORSTOM-SENEGAL, 1976). Ces petits mammifères sont nocturnes et si discrets dans leurs mœurs qu'ils passent souvent inaperçus (Spitz & Bourlière, 1975). Ils peuvent proliférer très rapidement en raison de leurs grandes capacités de reproduction (maturité sexuelle précoce, gestations courtes et rapprochées, taille de portée élevée) et leur présence n'est souvent décelée que lors de l'apparition de dégâts, alors que les densités sont déjà très élevées (Granjon & Duplantier, 2009). *Mastomys* joue aussi un grand rôle épidémiologique (Hubert & Adam, 1985). Selon Gratz (1997), 1269 cas de fléaux provoqués par des rongeurs ont été signalés en Afrique en 1994. La richesse de leur faune parasitaire fait qu'ils constituent, pour de nombreux parasites, des hôtes intermédiaires ou définitifs, mais ils sont aussi impliqués dans le cycle de différents virus en tant qu'hôtes réservoirs ou vecteurs (Bâ, 2002). Les maladies associées aux rongeurs peuvent être classées en trois catégories : celles qui sont directement ou indirectement transmises à l'homme, celles qui sont transmises aux animaux domestiques et enfin celles qui n'affectent que les rongeurs eux-mêmes (Duplantier, 1992). Un certain nombre de maladies véhiculées par ces rongeurs sont actuellement considérées comme étant en pleine recrudescence (Granjon & Duplantier, 2009). Selon Diagne (2012), 15 taxons de parasites (non pathogènes pour l'homme) ont été collectés chez seulement quatre espèces de rongeurs commensaux incluant le genre *Mastomys*.

Au Sénégal, des recherches menées en collaboration avec les Instituts Pasteur de Paris et de Dakar ont révélé la présence d'un arbovirus (Groupe Qalyub décrit en 1965) sur une souche de *M. erythroleucus* malade capturée à Bandia au cours d'une période de fortes densités (Brès *et al.*, 1967), mais aucun cas humain provoqué par ce virus n'a été découvert (Granjon & Duplantier, 2009). Plusieurs autres agents infectieux pour l'homme ont été plus tard identifiés sur le genre *Mastomys* dont le Bunyavirus et le *Leishmania major* chez *Mastomys erythroleucus* (Gratz, 1997).

CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Matériel et protocoles

II.1.1. Les pièges

Plusieurs types de pièges peuvent être utilisés dans l'échantillonnage des petits mammifères dont les rongeurs. Dans notre étude les pièges de type Manufrance (Fig. 6) ont été utilisés. Ces pièges, très efficaces pour les espèces rencontrées à Bandia (Hubert, 1977), sont des cases grillagées à maille carrée d'un mm de côté pour éviter aux rongeurs (sauf les plus petits) de s'échapper. Ils présentent une ouverture reliée sensiblement à une anse à crochet servant à contenir l'appât à l'intérieur du piège. Cette anse se déclenche dès que l'animal frôle l'appât entraînant une fermeture brusque du piège. De la pâte d'arachide renouvelée chaque jour est utilisée pour l'appâtage. Les pièges tendus le soir sont relevés très tôt le matin suivant.

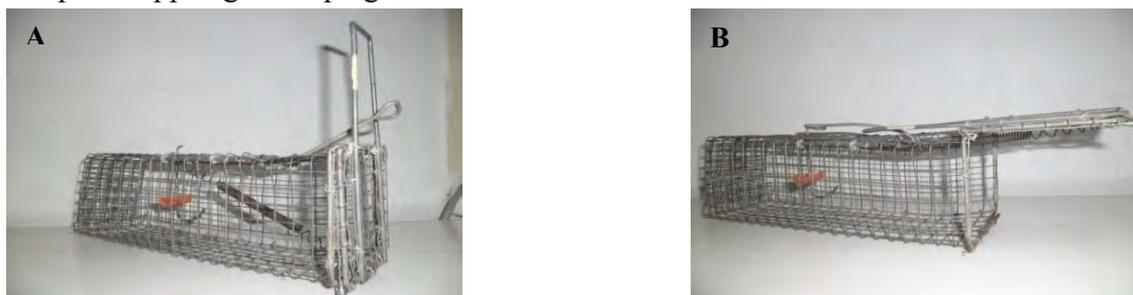


Figure 6 : Piège de type BTS-Manufrance : A, piège fermé ; B, piège ouvert.

II.1.2. Le piégeage sur quadrat

L'étude a été effectuée sur le site de la réserve de Bandia, sur un périmètre de 180 m de longueur et de 140 m de largeur, soit une superficie de 2,52 ha (Fig. 7). Cette surface est quadrillée selon des lignes (de A à O) et des colonnes (de 1 à 19) espacées de 10 m. Les pièges sont posés aux intersections des lignes et des colonnes l'ensemble figurant une grille (ou quadrat) à maille carrée de 10 m de côté. Les emplacements des pièges sont reconnus grâce à un système de code de la lettre de la ligne et du numéro de la colonne (exemple A1 : ligne A, colonne 1 ; M16 : ligne M, colonne 16...). Au total, 285 pièges espacés de 10 m ont été utilisés chaque jour pour le piégeage, soit 1425 nuits.pièges (possibilités de captures) par session de cinq nuits. Quinze sessions de capture (assurées par K. Bâ, L. Granjon et Y. Niang) ont ainsi eu lieu entre décembre 2008 et juin 2012, à raison d'une session par trimestre.

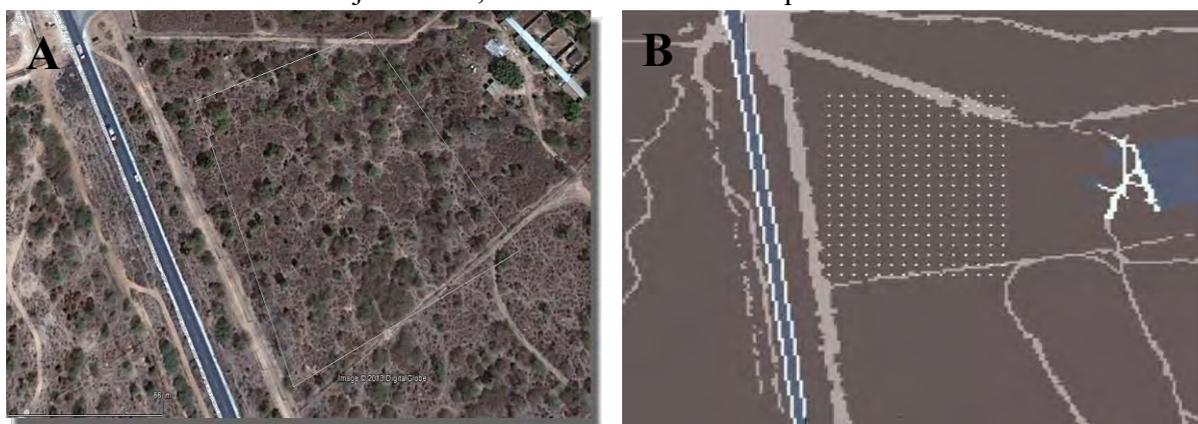


Figure 7 : Le quadrat d'étude. A, photo du site et délimitation du quadrat (image Google Earth, résolution 2 m, juillet 2013) ; B, simulation informatique du site et du quadrat ; les points blancs représentent les pièges (J. Le Fur).

II.1.3. La collecte des données « rongeurs »

L'étude de populations de rongeurs par les techniques d'échantillonnage par capture-marquage-recapture nécessite une identification précise des différents individus de la population. Pour chaque individu capturé, le numéro et le nom de l'espèce sont notés, ainsi que le sexe, l'âge, le poids, l'activité sexuelle et d'autres observations (par exemple s'il a été retrouvé mort, mangé ou déchiqueté, la présence d'ectoparasites, etc.). L'état du piège (renversé ou déplacé) est aussi noté. Pour chaque individu, la date et le lieu de capture sont notés, ce qui permet de rendre compte du nombre de captures et d'avoir une idée sur les déplacements et la répartition des individus sur le quadrat. Une fiche de terrain renfermant ces détails est présentée à l'Annexe I.1.

II.1.4. La description de l'habitat

La description fine du milieu de vie est capitale dans la détermination des facteurs régissant la dynamique des populations, surtout chez les espèces herbivores et granivores, pour qui la végétation représente à la fois une ressource alimentaire et un habitat. Notre méthode de description de l'habitat prend en compte des détails du milieu comme la nature du sol (structure et humidité) et les différentes caractéristiques de la végétation (voir Annexe I.2). Cette description est faite autour de chaque piège sur un rayon de cinq mètres. Elle décrit en clair la physionomie végétale sur la verticale et sur l'horizontale. La végétation peut être de type arborée, arbustive et herbacée. La hauteur et le pourcentage de couverture des différentes strates végétales (par rapport au pourcentage de sol nu) sont estimés. La description prend également en compte les éventuelles observations autour du piège (bois morts, termitière, fourmilière, trous de rongeurs, traces d'animaux, etc.). A chaque ligne correspond ainsi une fiche de description de la végétation autour de chaque piège (voir Annexes II et III). Les informations recueillies autour de chaque point de piégeage ont permis de faire une simulation informatique descriptive de la physionomie générale du quadrat.

II.2. Méthodes

II.2.1. Méthodes d'échantillonnage

II.2.1.1. Capture-Marquage-Recapture (CMR)

Pendant les cinq jours que dure une session de piégeage (dans le protocole ici choisi), les pièges appâtés sont posés sur la grille de piégeage (quadrat d'étude) chaque soir et les résultats sont relevés (fiches de terrain « rongeurs ») le lendemain matin. Ces résultats peuvent se présenter sous différentes formes (capture, piège fermé vide, ouvert, déplacé). Les animaux capturés sont identifiés au niveau de l'espèce, pesés et sexés ; le numéro du piège (ligne/colonne) et diverses observations sont aussi enregistrées.

Chaque animal est marqué individuellement par amputation de phalanges aux orteils selon un code précis de sorte que chaque individu a son propre numéro et peut être identifié lors de captures ultérieures. Les animaux sont ensuite libérés à l'endroit où ils ont été capturés.

II.2.1.2. Tableau d'Histoire de Capture (THC)

Le THC est une représentation sous forme de tableau des résultats des sessions successives de CMR. Le THC permet de visualiser sur un seul tableau l'ensemble des individus capturés une ou plusieurs fois lors des quinze sessions. Les numéros des individus occupent la première colonne du tableau et les sessions sont à la première ligne (tableau II). Le remplissage se fait suivant un principe bien défini soit que l'individu est mort ou vivant ou non capturé.

Dans chaque cellule on note :

- ➡ „1“ lorsque l’individu est capturé (une ou plusieurs fois au cours de la session correspondante), marqué puis relâché ;
- ➡ „2“ lorsque l’individu est capturé mort au cours de la session correspondante (il se peut qu’il soit capturé une ou plusieurs fois dans la même session) ;
- ➡ „0“ lorsque l’individu n’a pas été capturé au cours de la session considérée.

Tableau II : Modèle de THC

Num. Ind.	Session 1	Session 2	Session 3	Session 4	Session 5	Session 6	Session 7
1	1	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	2	0	0	0	0
4	0	1	1	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	2	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0
8	0	2	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0
10	0	0	1	1	0	1	0
11	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	1	2	0	0	0
13	0	0	0	1	1	1	0
14	0	0	0	1	2	0	0
15	0	0	0	0	1	0	1
16	0	0	0	0	1	0	0
17	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	2

II.2.2. Méthodes d’estimation de la population

La meilleure façon de se faire une idée de la taille de la population est de compter le nombre d’animaux capturés. Mais chez certains animaux comme les rongeurs (petits, discrets et généralement nocturnes), il est impossible d’estimer la taille réelle de leurs populations par dénombrement ou capture de tous les individus.

Pour en tenir compte, plusieurs estimateurs de la taille de population ont alors été élaborés, se basant sur les résultats obtenus par CMR (voir chapitre précédent pour détails).

II.2.2.1. *Minimum Number Alive* (MNA)

Le MNA a été calculé à chaque session de capture à partir des informations compilées dans le THC.

II.2.2.2. Estimation par l’indice de Lincoln-Petersen

L’estimateur de Lincoln-Petersen a été calculé à chaque session de capture. Ces dernières (5 nuits) sont divisées en une « période de capture » correspondant aux 3 premières nuits de piégeage, et en une « période de recapture » correspondant aux 2 dernières.

II.2.2.3. Études de la densité

La densité représente le nombre d’individus vivant par unité de surface sur le quadrat de capture au moment de chaque session de piégeage. La densité ne dépend pas du nombre de captures mais du nombre d’individus capturés pendant l’intervalle de temps consacré au piégeage. Pour le calcul de la densité, la surface du quadrat est augmentée de chaque côté de la moitié de la Distance entre Recaptures Successives (DRS, voir ci-après) moyenne de tous les individus lors de la session considérée, ceci pour tenir compte du fait que des individus ayant une partie de leur activité en dehors du quadrat de piégeage peuvent y être capturés.

$$D = \frac{N_{pt}}{(L + 2 * \frac{1}{2} DRS)(l + 2 * \frac{1}{2} DRS)}$$

avec : D = densité de la population sur le quadrat d'étude; L = longueur du quadrat ; l = largeur du quadrat, N_{pt} = effectif estimé de la population totale, DRS : cf. I.2.3 et II.2.3.2.

II.2.2.4. Sex-ratio

La sex-ratio désigne le rapport du nombre de mâles et de femelles au sein d'une population d'une espèce à reproduction sexuée. C'est un important indice biologique. Ce rapport peut affecter le succès de la reproduction et permet en outre de donner une idée sur l'évolution de la population en analysant le nombre de femelles disponibles et aptes à se reproduire. Le suivi de la sex-ratio a été réalisé sur des animaux capturés par la méthode de CMR au cours des quinze sessions de piégeage effectuées dans la réserve de Bandia entre 2008 et 2012. La sex-ratio est analysée pour chaque session par le test du Khi-2 qui nous permet d'affirmer si elle est équilibrée ou non.

II-2-2-5. Détermination de l'âge des individus

Le poids vif de l'animal est le premier critère de détermination de son âge. Les individus ayant un poids de 25 g ou moins sont généralement considérés comme des juvéniles et les adultes forment la classe d'individus pesant plus de 25 g. Toutefois le poids seul demeure insuffisant pour déterminer l'âge des animaux surtout aux mois de mars et de juin, période d'arrêt de croissance (Hubert & Demarne, 1981) pendant laquelle certains individus ont un poids inférieur à 25 g alors qu'ils ont été capturés dans l'une des sessions précédentes (au minimum 3 mois avant minimum) et que de ce fait ils sont physiologiquement adultes.

II.2.3. Écologie spatiale

Nous avons étudié les déplacements des individus capturés plusieurs fois lors d'une session de piégeage par la méthode de CMR, de façon à appréhender leur domaine vital. Le domaine vital est l'aire où un animal vit ordinairement et qui suffit à répondre à ses besoins vitaux. Il correspond à la surface traversée par l'individu pendant ses activités normales de recherche de nourriture, de recherche de partenaires, de reproduction et de soins aux jeunes. Divers indices de déplacement sont déduits de la localisation des captures et recaptures sur un quadrat d'étude en particulier la Distance entre Recaptures Successives (DRS) et la Distance Maximale de Recapture (DMR ; voir Chap. I). Par ailleurs, nous avons calculé le barycentre des points de captures des individus à certaines sessions afin de localiser leur centre d'activité lors de ces sessions et de le situer par rapport aux zones de végétation.

II.2.3.1. Calcul des barycentres des points de capture par session

Pour l'étude de l'écologie spatiale des rongeurs, il nous est apparu important de calculer les barycentres des différentes captures de chaque individu sur le site d'étude, en particulier pour aborder des questions de préférence d'habitat. En effet, au cours de notre étude à Bandia, un relevé complet de la végétation a été effectué en Juin 2013. Considérant ici que la physionomie de la végétation ne devrait pas avoir beaucoup changé pour les mois de juin (quadrat exempt de toute activité humaine), nous avons positionné les barycentres des points de capture de tous les individus piégés à cette session lors des 4 années sur la carte de végétation du quadrat. Les calculs des barycentres ont donc concerné tous les individus capturés au cours des sessions de juin entre 2009 et 2012.

Pour le calcul des coordonnées X_b et Y_b (ou position) des barycentres, le quadrat est transformé littéralement en repère cartésien avec la longueur comme axe des abscisses et la largeur comme axe des ordonnées. Le calcul s'effectue selon les formules suivantes :

$$X_b = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad \text{et} \quad Y_b = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} ;$$

avec n , le nombre de points de capture de l'individu ; x_i , coordonnée du point de capture suivant la longueur ; y_i , coordonnée suivant la largeur.

Ces coordonnées de barycentre X_b et Y_b constituent les moyennes des différentes coordonnées de tous les points de capture d'un individu lors d'une session, et le barycentre est donc le centre de l'aire délimitée par le polygone formé par les différents points de capture d'un individu (soit son domaine vital estimé). Pour les individus capturés deux fois, le barycentre est le milieu du segment formé par les deux points de capture ; il devient même le point de capture pour les individus capturés une seule fois.

II.2.3.2. Distance entre Recaptures Successives (DRS)

La mesure des DRS des individus est nécessaire non seulement pour comprendre et caractériser la dynamique spatiale des populations mais sert aussi à corriger la surface utilisée pour le calcul de la densité par une valeur ayant une base objective. La DRS de chaque individu est calculée sur la base des résultats obtenus lors des cinq occasions de capture de chaque session. Dans chaque session, seuls les individus qui ont été capturés deux fois ou plus sont concernés par le calcul des DRS. Deux classes d'âge (juvéniles et adultes) ont été retenues pour chaque sexe. La moyenne de DRS pour chaque classe d'âge des femelles ou des mâles prend en compte toutes les distances de déplacement de tous les individus concernés.

II.2.3.3. Distance Maximale de Recapture (DMR)

La DMR donne une première idée des déplacements maximaux pendant la durée d'une session de piégeage. La DMR est comme la DRS un indice de déplacement important et est considérée notamment comme approximation du domaine vital, dont elle représente le grand axe. Seuls les individus qui ont été capturés deux fois ou plus sont concernés pour la détermination de leur DMR. La moyenne des DMR a été calculée pour chaque classe d'âge (juvénile et adulte) des femelles et des mâles.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Résultats globaux sur le quadrat de Bandia

Lors des séries d'échantillonnage huit espèces de rongeurs et une espèce d'insectivore (*Crociodura* sp.) ont été capturées, valeur inférieure au nombre total de dix-sept (17) espèces de rongeurs qui ont été recensées historiquement sur le site par Hubert en 1977. Les espèces de rongeurs capturées sont *Mastomys erythroleucus*, *Arvicanthis niloticus*, *Gerbilliscus gambianus*, *Taterillus gracilis*, *Praomys daltoni*, *Xerus erythropus*, *Steatomys* cf. *cuppedius* et *Gerbilliscus guineae*. Les résultats montrent que *M. erythroleucus* demeure l'espèce la plus abondante sur le site (voir Annexe V), loin devant *Arvicanthis niloticus* et *Gerbilliscus gambianus* (Fig. 8). *Steatomys* cf. *cuppedius* et *Gerbilliscus guineae* sont les espèces les moins souvent capturées sur le site et probablement les moins abondantes. Les courbes présentées montrent bien que l'abondance des rongeurs est fonction de la saison, avec un pic en décembre (première partie de la saison sèche) et un niveau plus bas en fin de saison sèche (juin ; Fig. 8).

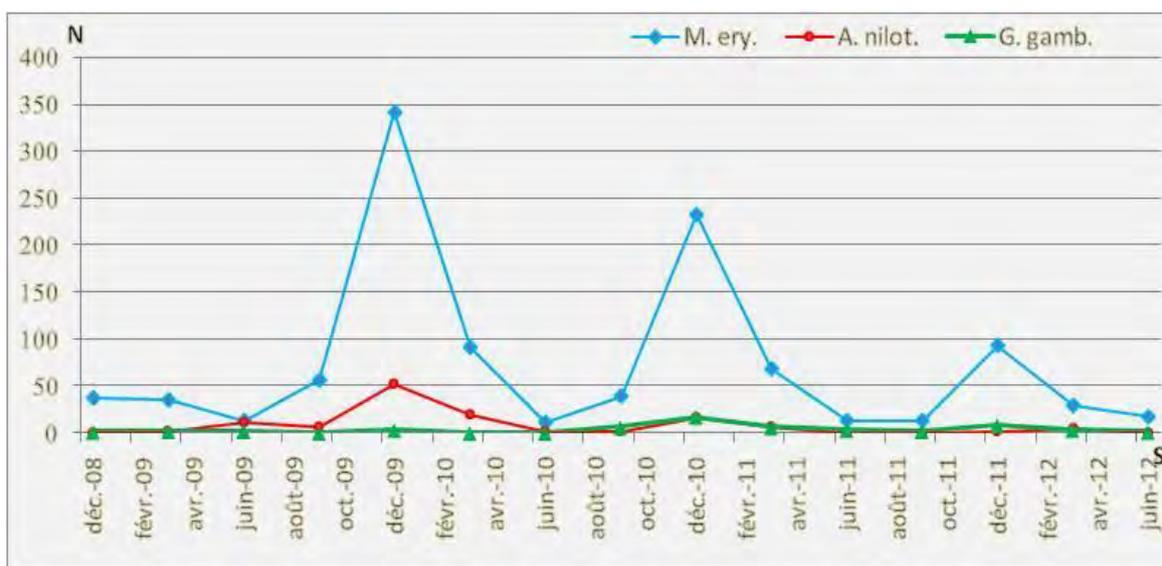


Figure 8 : Courbes d'abondance des trois principales espèces rencontrées à Bandia.

III.1.2. Estimation de l'abondance de *M. erythroleucus*

III.1.2.1. Par le *Minimum Number Alive* (MNA)

Avec la méthode du MNA, nous constatons que chaque année, la taille de la population augmente à partir de la deuxième partie de la saison des pluies (septembre) jusqu'en décembre (maximum d'abondance). Ensuite elle chute progressivement au fur et à mesure que la saison sèche avance (Tableau III et Fig. 9).

III.1.2.2. Par l'indice de Lincoln-Petersen

L'estimation de la taille de la population par l'indice de Lincoln-Petersen (Tableau III et Fig. 9) montre une taille de population fluctuante au cours l'année, avec passage d'une population de faible effectif à une population à effectif élevé en un intervalle de temps court (quelques mois). C'est le cas pour les effectifs estimés entre juin 2009 (17 individus) et décembre 2009 (438 individus). Cette grande différence est aussi apparente en 2010 et 2011 (48 individus en septembre, 296 individus en décembre pour 2010 ; 19 individus en septembre, 112 individus en décembre pour 2011).

Par ailleurs, nous avons également observé des cas où une population de taille très élevée chute à des effectifs très bas. Cela est constaté en 2010 entre le mois de mars (107 individus) et celui de juin (12 individus). Nous avons obtenu les tailles de population les plus élevées aux mois de décembre, soit en fin de saison des pluies. La taille de la population chute ensuite pour atteindre sa valeur la plus faible en juin. A partir du mois de septembre cette valeur commence à ré-augmenter.

Tableau III : Évolution de la taille de population de *M. erythroleucus* estimée par deux estimateurs de population différents.

Méthodes	Déc. 08	Mars 09	Juin. 09	Sept 09	Déc. 09	Mars 10	Juin. 10	Sept. 10	Déc. 10	Mars 11	Juin. 11	Sept 11	Déc. 11	Mars 12	Juin 12
Lincoln	85	52	17	96	438	107	12	48	296	80	13	19	112	54	20
MNA	36	35	16	56	339	101	16	39	232	69	14	13	93	33	17

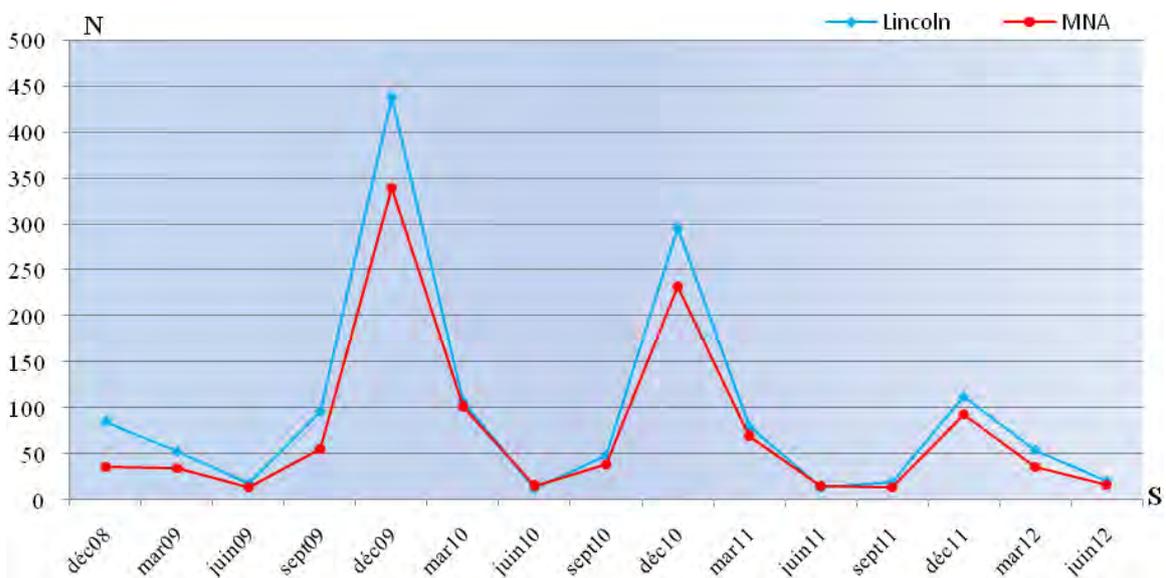


Figure 9 : Évolution de la taille de population de *M. erythroleucus* à Bandia entre décembre 2008 et juin 2012.

III.1.2.3. Évolution de la densité par rapport à la pluviométrie

La densité calculée à partir de l'indice de Lincoln-Petersen évolue dans le même sens que la taille estimée de la population totale (Fig. 10). D'abord très faible en juin (début des précipitations), la densité de *M. erythroleucus* prend une allure ascendante à partir de septembre. En décembre, la densité est la plus élevée (jusqu'à 78 individus par ha en 2009), avant de décroître au cours de la saison sèche. Les densités les plus faibles sont celles des sessions de juin, en fin de saison sèche. La densité de *M. erythroleucus* présente donc une allure en dents de scie d'une année à la suivante, très corrélée avec la courbe des cumuls de précipitations annuelles.

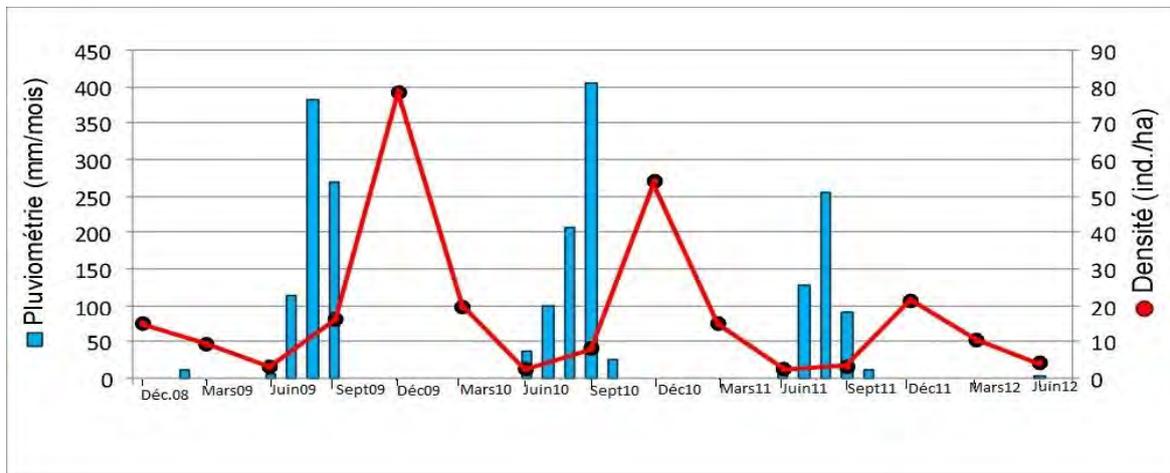


Figure 10 : Évolution de la densité de *M. erythroleucus* par rapport à la pluviométrie entre décembre 2008 et juin 2012.

III.1.3. Les déplacements

III.1.3.1. La DRS

Les résultats des moyennes de DRS (voir Annexe VI) pour chaque classe d'âge des femelles ou des mâles obtenus à partir des quinze (15) sessions de piégeage par CMR sont représentés à la Fig. 11. Elle montre des moyennes de DRS différentes entre femelles et mâles adultes. Les moyennes de DRS les plus élevées se rencontrent aux mois de septembre et de décembre, celles des mâles adultes étant dans 11 cas sur 15 plus élevées que celles des femelles capturées à la même session.

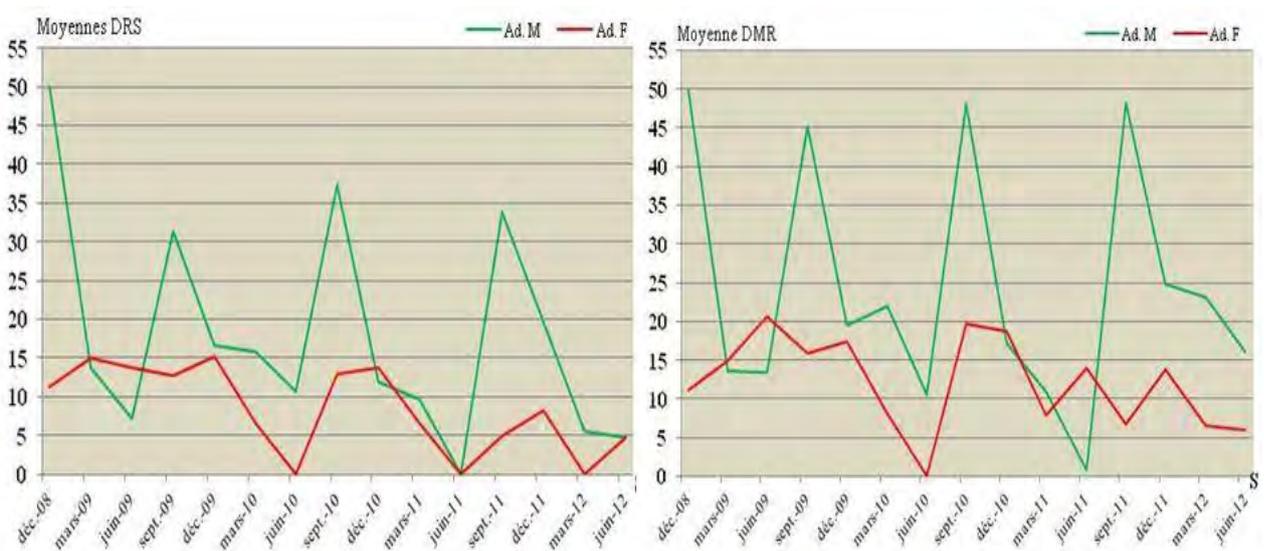


Figure 11 : Courbes des moyennes de DRS et de DMR des femelles et mâles adultes de *M. erythroleucus*.

III.1.3.2. La DMR

Les résultats sur le calcul des moyennes de DMR ont été représentés sur la Fig. 11. Les moyennes de DMR des mâles adultes sont très élevées pendant la saison de reproduction (septembre et décembre : 50 m en décembre 2008, 48,05 m en septembre 2009) (voir aussi Annexe VII) et diminuent considérablement en saison sèche (mars à juin : 13 m en mars et juin 2009, 11 m en mars 2011). Celles des femelles présentent de faibles variations et n'excèdent généralement pas 20 m.

III.1.4. Répartition des individus par rapport à la végétation

Les simulations informatiques de la physionomie végétale du quadrat sont présentées dans l'Annexe VIII. La Fig. 12 est une représentation de la distribution spatiale des barycentres des captures des individus piégés aux sessions de juin. Chaque carreau représente un carré de 10 m de côté délimité autour d'un piège. Cette distribution des individus sur le quadrat par rapport à l'abondance des différentes strates de la végétation est étudiée par le test du Khi-2 (voir Annexe IX). La Fig. 12 montre une distribution aléatoire des individus, ce que confirme le test de Khi-2 (non significatif) montrant que les individus sont répartis sur le quadrat de façon indépendante du pourcentage de couverture végétale.

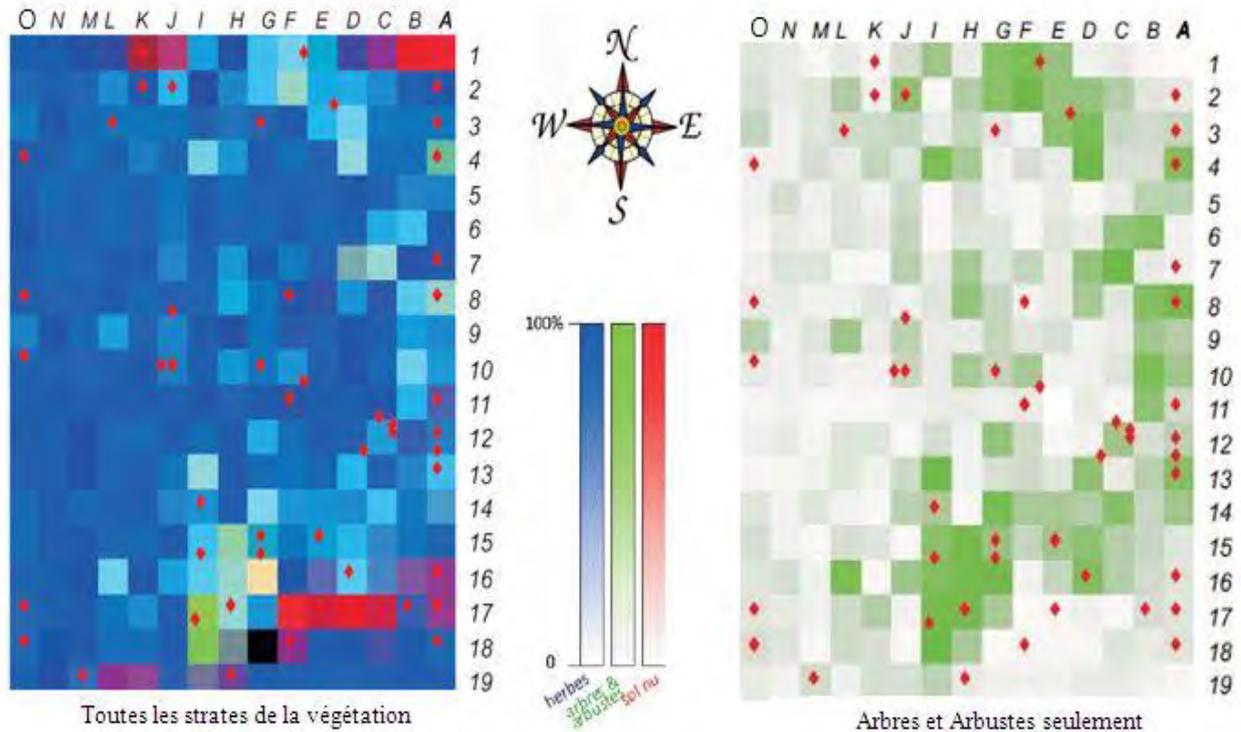


Figure 12 : Répartition et distribution des barycentres des individus capturés aux sessions de juin entre 2009 et 2012 par rapport à la physionomie de la végétation.

III.1.5. Reproduction et structure de la population

III.1.5.1. Reproduction

Pour une analyse de la reproduction, nous avons utilisé le pourcentage de femelles et de mâles sexuellement actifs (mamelles développées et/ou vulve ouverte pour les femelles actives; testicules en position scrotale pour les mâles actifs). L'histogramme de la Fig. 13 montre des femelles gestantes qui apparaissent périodiquement au cours de l'année. Elles ne sont capturées qu'au mois de septembre qui coïncide avec la fin de la saison des pluies et une seule fois en décembre (2008). Par contre les mâles ont une activité sexuelle plus étalée dans le temps. Les proportions de mâles actifs sont toujours plus élevées que (ou égales à) celles des femelles actives.

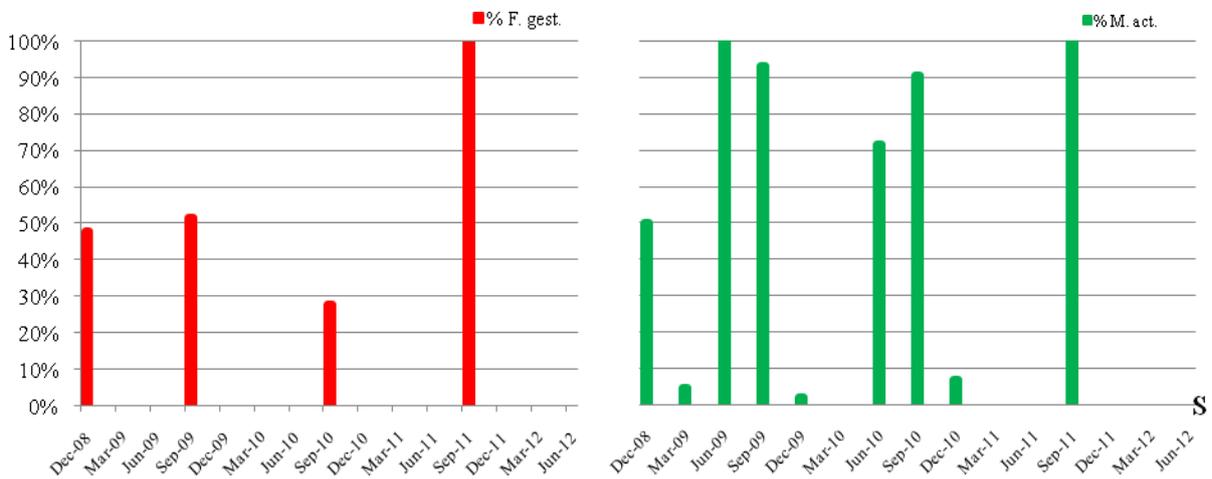


Figure 13 : Pourcentage des femelles gestantes (% F. gest.) et des mâles sexuellement actifs (% M. act.) de *M. erythroleucus*.

III.1.5.2. Sex-ratio

La sex-ratio est analysée par le test du Khi-2 (voir les détails à l'Annexe X). Les tests effectués pour toutes les sessions sont non significatifs (sauf en mars et décembre 2011 ; $p < 0,05$), ce qui permet de dire que la sex-ratio de *M. erythroleucus* est globalement équilibrée.

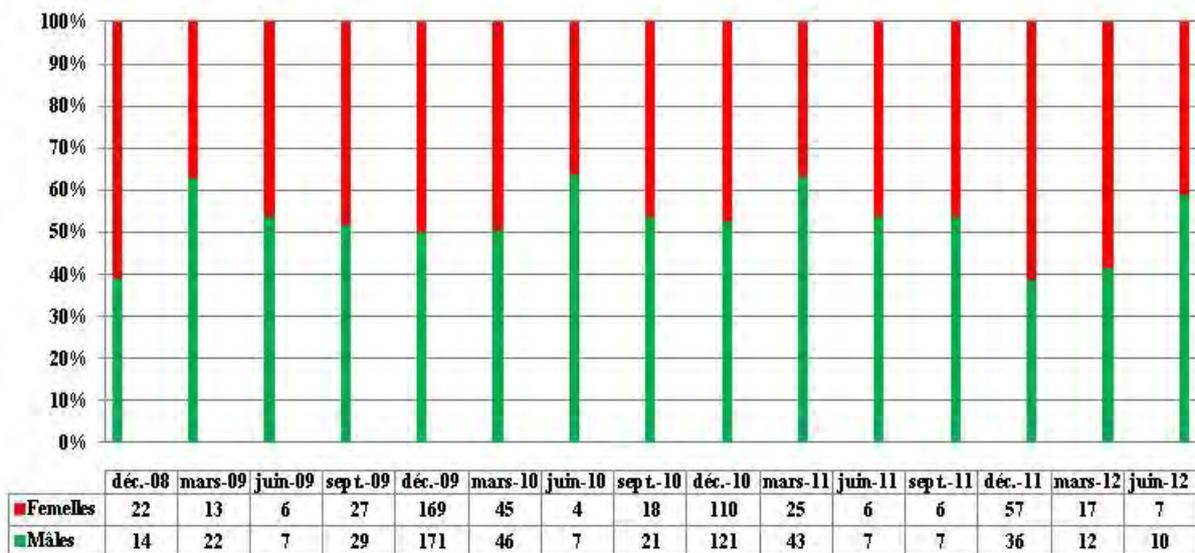


Figure 14 : Histogramme de la sex-ratio de *Mastomys erythroleucus* à Bandia entre décembre 2008 et juin 2012. Le nombre de mâles et de femelles pour chaque session est présenté dans le tableau et leur pourcentage est représenté par l'historgramme.

III.1.5.3. Structure d'âge

Les deux classes d'âge, juvéniles ($\leq 25g$) et adultes ($> 25g$) sont regroupées en tenant compte non seulement de leur poids mais de la session pendant laquelle ils ont été capturés et de leurs captures précédentes (cf. chap. II.2.2.5). Le taux de juvéniles est toujours inférieur à celles des adultes. L'apparition des juvéniles au sein la population est périodique (mois de septembre sauf septembre 2011) et leur taux augmente dans le temps jusqu'à atteindre un pic en mars.

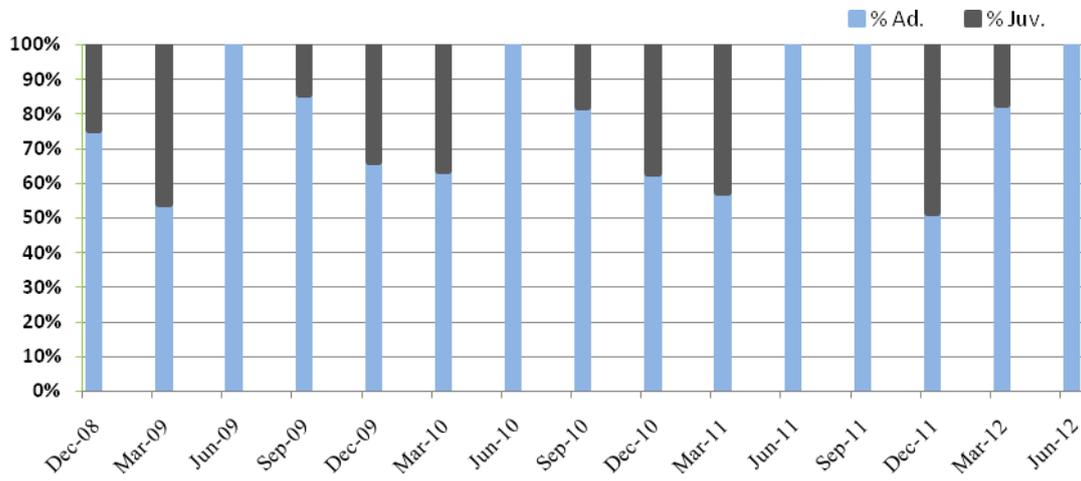


Figure 15 : Structure d'âge chez *M. erythroleucus* à Bandia

III.1.5.4. Structure de poids par session

Les histogrammes montrent des types de distribution semblables pour les mêmes sessions (Fig. 16).

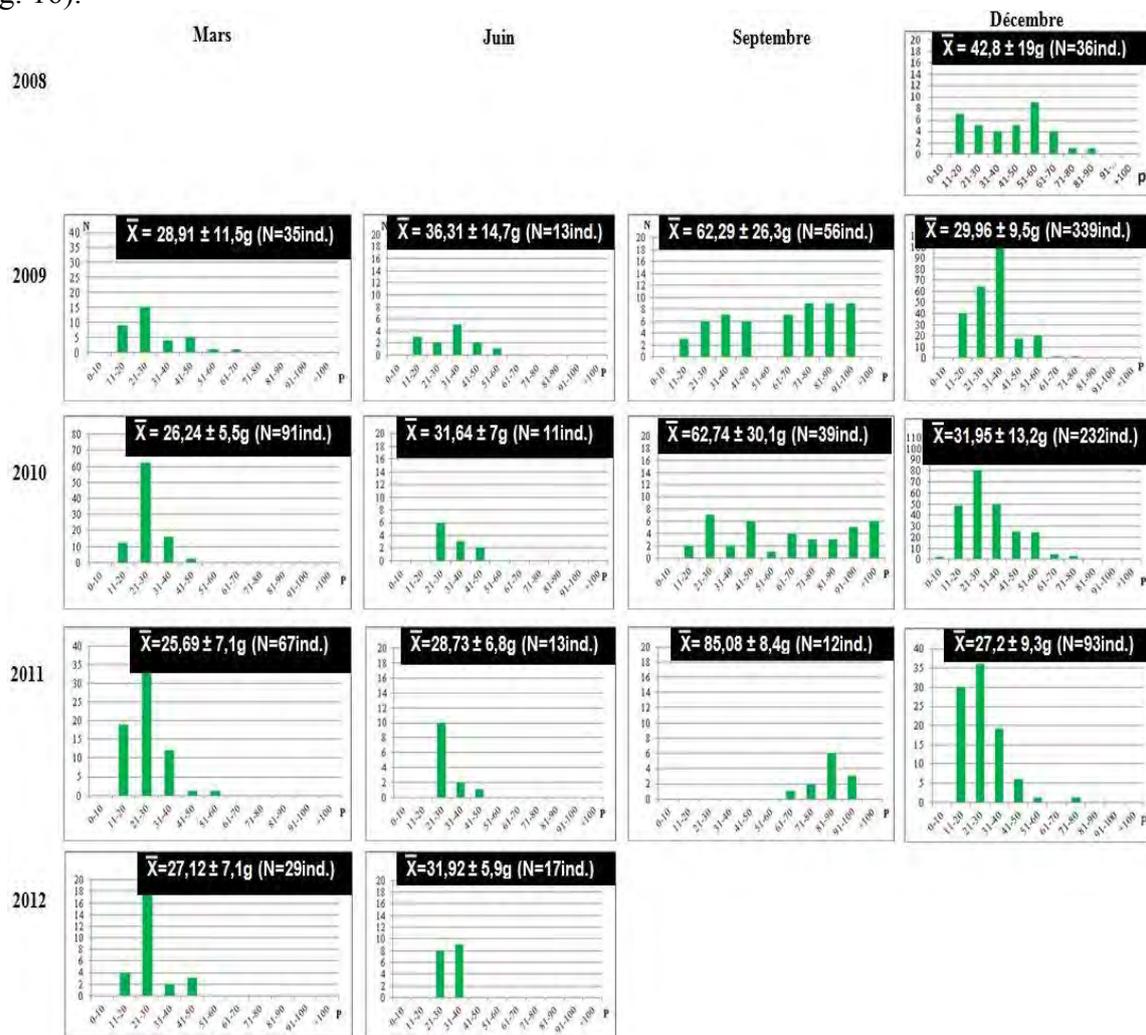


Figure 16 : Évolution du poids moyen des individus au cours des sessions de piégeage. Axe des X : Poids par intervalle de 10 g ; Axe des Y : Nombre d'individus.

$X = \text{Moyenne de poids des individus dans chaque session} \pm \text{écart-type}$ (N = Nombre d'individus capturés dans chaque session).

En septembre, les histogrammes tendent à montrer une distribution bimodale (sauf en 2011), preuve de la cohabitation d'une cohorte de juvéniles nés récemment et d'une cohorte adulte née datant de la saison de reproduction précédente. En décembre, les jeunes de l'année ont pris du poids en profitant des ressources abondantes à cette saison. En mars et en juin les poids des individus progressent lentement du fait du ralentissement de leur croissance en saison sèche.

III.2. Discussion

Le site de la réserve de Bandia est un environnement complexe de type sahélo-soudanien. D'après les relevés de végétation que nous avons effectués en juin 2013, le site de Bandia apparaît comme une savane sahélienne arbustive avec une prédominance dans la strate ligneuse des arbustes épineux. La strate herbacée est la plus abondante avec une très grande diversité spécifique. Plusieurs espèces d'herbes déjà relevées historiquement par Hubert (1982) ont été recensées mais il faut en plus noter une prolifération de *Cassia tora* et *Indigofera spp* (Légumineuses), de *Panicum laetum* et *Dactyloctenium aegyptium* (Poacées) et de *Ipomea sp.* et *Merremia aegyptiaca* (Convolvulacées).

La strate ligneuse est formée d'arbres généralement de grande taille comme *Andansonia digitata* (Bombacacées), *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), *Tamarindus indica* (Césalpiniacées) et d'arbustes dont les plus rencontrés sont *Acacia seyal*, *Dichrostachys cinerea* (Fabacées, Mimosoideae) et *Boscia senegalensis* (Capparacées). Les simulations informatiques effectuées à partir des pourcentages de couverture des différentes strates confirment l'existence d'une homogénéité plus ou moins marquante de la physionomie végétale observée historiquement par d'autres chercheurs dans le même site (Hubert, 1977 ; Granjon, 1987).

Au cours des campagnes de piégeage, huit (8) espèces de rongeurs ont été capturées. Cette valeur est inférieure au nombre total de 17 espèces de rongeurs recensées historiquement sur le site (Hubert, 1977). Cet écart est probablement dû d'une part au fait que notre périmètre d'étude est assez petit pour inclure un aussi grand nombre d'espèces différentes de rongeurs. D'autre part les pièges utilisés sont trop petits pour capturer certaines espèces comme *Xerus erythropus* ou *Cricetomys gambianus* ; ou trop grands pour empêcher à d'autres de s'échapper comme c'est le cas pour les souris du sous-genre *Nannomys* qui sont de petite taille (Granjon & Duplantier, 2009). La communauté de rongeurs de la zone peut être donc plus riche que ce que nous avons rencontré et de nouvelles espèces pourraient probablement être identifiées si l'étude couvrait un périmètre plus étendu. *Mastomys erythroleucus* est l'espèce la plus abondamment capturée. Ce constat a été fait dans toutes les études effectuées à Bandia (Hubert, 1977 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002). Cela confirme sa prédominance dans la faune de rongeurs du pays. *Arvicanthis niloticus* est la seconde espèce la plus abondante alors qu'elle était rare sur le site dans les années 70 (Hubert, 1977). Cette abondance (jusqu'à 52 individus capturés en décembre 2009) est probablement le résultat d'une modification du milieu devenu favorable à son épanouissement, et en particulier du développement de la strate herbeuse associée à la mise en défens du site. *Steatomys cf. cuppedius* est, avec *Gerbilliscus guineae*, l'espèce la plus rarement rencontrée, alors qu'elle peut être localement abondante dans la région (sur le site IRD de Mbour par exemple; Duplantier *et al.*, 1991b). L'abondance d'un rongeur sur un site dépend donc non seulement des facteurs écologiques du milieu mais aussi de la répartition biogéographique comme l'ont détaillé Duplantier *et al.* (1997).

La taille de la population totale de *M. erythroleucus* (N_{pt}) sur le quadrat de CMR a été estimée par les méthodes de l'indice de Lincoln et du MNA. Ces estimations (comme le montre la Fig. 9) peuvent être différentes pour une même session selon la méthode utilisée. Le MNA a l'avantage d'être une technique de dénombrement, résultant d'un nombre exact, sans estimation associée à une probabilité donnée (Leirs, 1995). Cet estimateur reste souvent assez proche des données réelles de nombre d'individus capturés. En revanche, l'indice de Lincoln peut fournir des estimations assez différentes (en général supérieures), car fonction du taux de recapture R_m (le nombre d'animaux marqués recapturés lors de la période dite de « recapture »). Lors des mois de forte abondance (sessions de décembre), de nouveaux individus sont plus fréquemment capturés à la période « de recapture », ce qui tend à majorer l'estimation des effectifs par la formule de Lincoln (R_m tend à diminuer, augmentant par conséquent N_{pt}). Par contre lorsque les effectifs sont faibles (juin) les mêmes individus ont tendance à être recapturés plus fréquemment (R_m augmente alors et N_{pt} tend à diminuer). L'estimateur de Lincoln a donc tendance à surestimer l'abondance estimée lorsque les effectifs sont très élevés, alors que pour les effectifs très bas la différence entre les deux estimateurs (Lincoln et MNA) est plutôt faible. Cependant il est fréquemment utilisé à cause de sa simplicité (Duplantier, 1989), et également car les résultats qu'il produit reflètent probablement en bonne partie la réalité. Quelque soit l'estimateur utilisé, on remarque toutefois que la taille de la population de *M. erythroleucus* est fluctuante au cours de l'année et d'une année à la suivante (voir Fig. 6) comme l'ont constaté d'autres auteurs (Hubert, 1982 ; Poulet, 1982 ; Hubert & Adam, 1985 ; Granjon, 1987). Ces fluctuations peuvent se solder par une pullulation comme le montrent des études effectuées en 1976 par ORSTOM-SENEGAL, et comme approché ici en décembre 2009.

La reproduction de *M. erythroleucus* est périodique. En effet, plusieurs auteurs ont justifié la dépendance de la reproduction à la pluviométrie (Poulet, 1972 ; Hubert, 1982 ; Granjon, 1987 ; Bâ, 2002). Nous avons constaté que les mâles de *M. erythroleucus* pouvaient être sexuellement actifs pendant une longue période incluant la saison pluvieuse et une grande partie de la saison sèche. Par contre les femelles semblent avoir une activité sexuelle plus étroitement liée à la pluviométrie car des femelles gestantes n'ont jamais été capturées en saison sèche. Les plus forts taux d'individus sexuellement actifs se rencontrent aux sessions de juin et septembre (pour les mâles) et en septembre (pour les femelles). Cependant, le moment précis du déclenchement de la reproduction (pour le cas des femelles notamment) n'a pas été clairement identifié à cause surtout du manque d'informations pour les mois de juillet et d'août. Hubert (1977) avait précisé que les pluies de juin (fin de la saison sèche) déclenchaient l'activité de quelques mâles, mais étaient sans incidence sur les femelles ; tandis que les pluies d'août et de septembre induisaient une période de reproduction qui semble toucher l'ensemble des femelles et des mâles. En 1971 à Bandia, le taux de femelles actives dépassait 60 % entre septembre et novembre pour s'annuler entre avril et juillet (Hubert, 1977). Ce phénomène a été aussi observé sur le même site entre 1976 et 1979, avec des pourcentages de femelles actives atteignant 30 % en août 1976 et pouvant atteindre 80 % au cours de la saison de reproduction (octobre 1978 ; Hubert *et al.*, 1981a). En décembre 1986, Granjon (1987) avait trouvé un taux de femelles gestantes atteignant 40 %. Dans notre cas, en décembre 2008 et septembre 2009, les femelles actives ont atteint un taux de 50 % alors qu'en septembre 2011, l'ensemble des femelles capturées étaient actives. Granjon (1987) avait constaté dès juillet 1986 l'apparition de juvéniles dans la population (20 %), lors d'une année de « redémarrage » de la population de *M. erythroleucus* à Bandia, suivant une période où l'abondance avait été quasi nulle. Les femelles peuvent être actives bien avant septembre, comme l'a montré dans notre cas la

présence de juvéniles en septembre 2010. Il y a donc une relation entre la reproduction et l'abondance et la quantité des précipitations. Cette relation est également notable dans notre série de données. En effet, les précipitations moyennes de la saison des pluies de 2008 (568 mm), elles-mêmes suivant une saison 2007 encore moins pluvieuse (321 mm seulement) n'ont pas permis à la population de décembre 2008 d'atteindre une centaine d'individus (tel qu'estimé par l'indice de Lincoln). En revanche, suite aux fortes précipitations de 2009 et 2010 (782 et 775 mm respectivement), la population a atteint des niveaux très importants en décembre de ces années (438 et 296 individus respectivement), pour à nouveau revenir aux alentours de 100 individus après la saison de pluies moyennes de 2012 (489 mm). La reproduction peut se poursuivre ensuite jusqu'en janvier-février, comme l'atteste le fait qu'en mars, les juvéniles représentent souvent presque la moitié des captures. Ce résultat est conforme à celui de Granjon (1987) sur le même site ; les juvéniles représentaient 50 % de la population en avril 1986. Par contre aucun juvénile n'a été capturé en septembre 2010, probablement suite à de faibles précipitations en août même si toutes les femelles capturées en septembre étaient actives (en relation avec de fortes pluies en ce mois). Ce phénomène de dépendance de la reproduction aux quantités et à la durée des précipitations a été observé entre 1974 et 1976 (ORSTOM-SENEGAL, 1976), et une relation étroite et complexe entre les précipitations, la durée de la saison des pluies et la durée et l'intensité de la reproduction a été soulignée par Hubert *et al.* (1981b) sur le même site de Bandia. Ailleurs, comme dans les périmètres irrigués ou à l'intérieur des villages, en raison de la disponibilité plus étalée dans le temps des ressources alimentaires et des abris contre les aléas climatiques, la reproduction peut être prolongée voir ininterrompue (Granjon & Duplantier, 2009). Une évolution similaire à celle de la taille de la population totale est aussi, logiquement, observée pour les densités. *Mastomys erythroleucus* présente des densités extrêmement variables au cours de l'année et d'une année à l'autre (Hubert, 1982 ; Odhiambo *et al.*, 2005). Historiquement, la succession de plusieurs années à forte densité après les bonnes pluviométries de 1974, 1975 et 1976 avait abouti à une pullulation des rongeurs en 1976 avec une centaine d'individus à l'hectare (ORSTOM-SENEGAL, 1976). Par la suite, les résultats de Hubert (1982) faisaient état de fluctuations des densités moyennes annuelles entre 47,6 ind./ha en 1975-1976, 2,6 ind./ha en 1977-1978 et 16,9 ind./ha en 1979-1980. Granjon (1987) avait enregistré des variations entre 0 et près de 50 ind./ha entre 1984 et 1986. Dans notre étude, les densités présentent des fluctuations analogues, entre moins de 10 et près de 80 ind./ha, cette dernière valeur étant proche des densités dites « de pullulation » observées en 1976. Les conditions favorables à une véritable pullulation, comme celles observées entre 1974 et 1976 (abondance et durée des précipitations, absence de prédation et présence de ressources abondantes et étalée dans le temps ; ORSTOM-SENEGAL, 1976) n'étaient peut-être pas toutes réunies à Bandia en 2009-2010 pour qu'une telle pullulation ait lieu.

Les techniques de détermination de l'âge des individus capturés nous ont permis de structurer la population pour chaque session en juvéniles et en adultes. La structure d'âge de la population constitue un indicateur supplémentaire de la longueur et du succès de la saison de reproduction. On constate que les juvéniles commencent à apparaître à partir de la seconde moitié de la saison des pluies (septembre). Quelques mois après les premières naissances, les juvéniles deviennent abondants jusqu'à représenter presque la moitié des individus capturés (décembre 2011). D'après Hubert & Adam (1985), les juvéniles constituaient plus de 80 % de la population de *M. erythroleucus* au début de la saison sèche (novembre). Selon Hubert & Demarne (1981), les périodes d'apparition des juvéniles coïncident avec la disponibilité des

graines riches et énergétiques couvrant tous les besoins de gestation et surtout de lactation, généralement deux fois plus élevés que ceux liés à l'entretien. En juin, période de sécheresse et de disette, aucun juvénile n'est enregistré (absence totale de reproduction en saison sèche). Le cycle de reproduction de *M. erythroleucus* est bien en relation avec le cycle de disponibilité des ressources alimentaires. Cette relation a été observée chez différentes espèces de *Mastomys* étudiées en Afrique de l'Ouest (Crespin *et al.*, 2008 ; Granjon *et al.*, 2005 au Mali) et en Afrique de l'Est (Field, 1975 ; Leirs *et al.*, 1990). La sex-ratio montre qu'il n'y a jamais de réelles différences entre le nombre de mâles et de femelles.

Pour ce qui est de l'écologie spatiale de *M. erythroleucus*, plusieurs indices (DRS, DMR et barycentres des captures) ont été déduits de la localisation des captures et recaptures des individus sur le quadrat. Les moyennes de DRS et de DMR par classe d'âge des femelles et des mâles, indices caractéristiques du domaine vital (surface renfermant tous les points de captures, Hubert *et al.*, 1981a), ont été étudiées par plusieurs auteurs. Les déplacements (DRS et DMR) des mâles pendant la saison des pluies (saison de reproduction) sont toujours supérieurs à ceux des femelles dont la mobilité est plutôt constante durant une grande partie de l'année (Hubert *et al.*, 1981a). Selon ces auteurs, les déplacements des individus des deux sexes varient sensiblement pendant la saison sèche même si ceux des femelles sont très réduits en fin de cette saison. Granjon (1987) et Nydegger & Johnson (1989) obtiendront plus tard les mêmes tendances. Nos résultats confirment ce constat. Dans notre étude on remarque que les femelles adultes présentent des déplacements de faibles amplitudes (moyennes de DRS et DMR < 25 m), par contre les mâles adultes ont des amplitudes de déplacements souvent élevés (50 m pour la moyenne de DMR et 30 m pour celle de DRS en décembre 2008) mais surtout très variables selon les saisons. La cause de ces grandes variations de déplacements n'a pas été bien élucidée. Hubert *et al.* (1981a) avaient constaté une diminution des déplacements des individus avec un surplus d'aliments dans le quadrat. Püttker *et al.* (2006) ont montré que les faibles mouvements d'*Akodon montensis* (Muridae, Sigmodontinae) étaient liés à l'abondance des ressources alimentaires disponibles. Ainsi, les mouvements des individus seraient liés à la recherche de nourriture. De plus, ceux des mâles seraient influencés par la recherche de partenaires sexuels pendant la reproduction (Hubert *et al.*, 1981a) alors que les déplacements réduits des femelles pourraient être dus à l'allaitement et à l'élevage des petits au terrier en particulier pendant la saison de reproduction où elles paraissent être très cantonnées.

Ces rongeurs semblent être très inféodés à des biotopes « instables », soumis à de fortes variations climatiques ou d'autres facteurs écologiques (Ramade, 2009). Au Sénégal, il apparaît que les communautés de rongeurs réagissent nettement aux impacts des modifications de leur environnement (Duplantier, 1998). Mais Hubert (1977) et Granjon (1987) avaient plus tôt observé une distribution aléatoire de la population de *M. erythroleucus* sur le quadrat d'étude indépendamment de la physionomie végétale. La même tendance à une répartition aléatoire des individus de *M. erythroleucus* sur le quadrat en fonction des strates de végétation, a également été notée dans notre cas. L'analyse de la distribution des barycentres des captures des individus piégés aux sessions de juin montre en effet une localisation des domaines vitaux des animaux indépendante de la couverture des différentes strates de la végétation.

Le poids des individus présente aussi de grandes variations dans le temps. Hubert *et al.* (1981a) avaient constaté une augmentation de poids des individus suite à un supplément alimentaire dans le quadrat. Plus tard Hubert & Demarne (1981) constataient que l'augmentation du poids des individus était liée à une augmentation des réserves lipidiques alors que la régression de poids correspondait à une oxydation desdites réserves lipidiques.

De même, selon Taylor & Green (1976) chez les *Mastomys* du Kenya, l'augmentation de poids était liée à l'abondance des réserves de graisse. Leirs *et al.* (1990) observaient une augmentation de poids pour chaque cohorte en relation avec la pluviométrie. Selon ces auteurs, le poids des cohortes nées après de fortes pluies augmente de façon continue et atteint très rapidement un maximum. Nous avons montré à Bandia une distribution bimodale des poids des individus en septembre (deuxième partie de l'hivernage). Les juvéniles ont des poids relativement faibles et forment le premier lot (sauf en septembre 2011 où du fait d'un retard de la reproduction, la population est constituée d'adultes plus ou moins lourds). En décembre, les jeunes de septembre ont pris du poids grâce aux bonnes conditions de ressources et les adultes nés au cours de la saison de reproduction précédente ont disparu. En saison sèche, les individus, adultes, prennent peu de poids (on parle de stress physiologique). L'arrêt de la croissance observé en juin est plus ou moins synchronisé pour l'ensemble de la population et il n'est donc pas lié à l'âge des animaux mais à leur condition physiologique (voir Leirs *et al.*, 1990 chez *M. natalensis*, et Granjon *et al.*, 1994 chez *M. huberti*).

Conclusion

Au cours de notre étude nous avons constaté que l'environnement du site de Bandia s'est amélioré avec le développement de certaines espèces végétales grâce surtout à la protection contre toute activité humaine conduisant à l'épanouissement des espèces comme *A. niloticus* qui était historiquement rare sur le site. *Mastomys erythroleucus* présente une taille estimée de la population et des densités fluctuantes au cours de l'année et d'une année à la suivante. Les résultats obtenus confirment la relation existant entre l'évolution de la population de cette espèce et les différents facteurs biotiques et abiotiques. Les fluctuations saisonnières de la taille totale et des densités des populations de *M. erythroleucus* restent très marquées et étroitement liées à la pluviométrie (total annuel des précipitations) d'où l'existence d'une grande variabilité interannuelle de ces paramètres. La reproduction qui est en relation avec le taux de mâles et de femelles actifs ainsi qu'à l'apparition des juvéniles au sein de la population est étroitement liée à la saisonnalité des pluies ainsi qu'à la durée et à l'intensité des précipitations. L'accessibilité et la disponibilité de la nourriture en quantité et en qualité affectent fortement la croissance des individus et l'évolution de leur poids de même que l'amplitude de leurs déplacements même si ces derniers varient également avec la saisonnalité de la reproduction. Cependant aucun facteur d'ordre biotique ou abiotique ne semble influencer la sex-ratio et la distribution des individus sur le quadrat.

L'utilisation de deux types d'estimateurs de taille de population (Lincoln et MNA) a permis en plus d'appréhender l'évolution de la population dans le temps, d'avoir des estimations qui s'approchent le plus de la réalité. L'analyse des déplacements par l'utilisation conjointe d'indicateurs comme les moyennes de DRS et de DMR et la localisation des barycentres des captures permet de mieux étudier l'écologie spatiale des animaux et leur relation avec la couverture et la densité de la végétation. L'étude de la relation entre la végétation (nourriture, habitat, protection...) et les rongeurs, bien que préliminaire (concernant que les sessions de juin) peut apporter des réponses sur la migration et l'invasion des rongeurs dans certaines zones. L'étude combinée de ces paramètres de dynamique de population reste la méthode la plus appropriée pour mieux comprendre l'action des différents facteurs bioécologiques sur la dynamique de population. La technique de capture-marquage-recapture (CMR) demeure le moyen le plus efficace pour l'échantillonnage des rongeurs comme *M. erythroleucus* dans une perspective d'étude de leurs caractéristiques bio-éto-écologiques.

Les grands changements de densités de *M. erythroleucus* ne sont donc pas spontanés mais sont régis par divers facteurs bioécologiques. Les modifications de l'habitat peuvent soit entraîner des chutes de densités à des niveaux critiques soit instaurer des conditions propices à des augmentations d'effectifs pouvant accentuer les risques de pullulations. Ainsi, connaissant les mécanismes de déclenchement des pullulations, il devrait donc être possible d'en prévoir l'apparition, alors même que les densités de rongeurs ne sont pas encore alarmantes. Des études régulières et approfondies de la dynamique des populations de rongeurs en rapport avec les modifications de leur environnement seraient donc nécessaires pour une meilleure maîtrise de leurs effectifs, surtout en ce qui concerne les rongeurs déprédateurs ou ravageurs de cultures et de denrées stockées.

Références bibliographiques

1. **Bâ K.** (2002) *Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal*. Mémoire de diplôme EPHE, Montpellier, 126 p.
2. **Bâ K., Granjon L., Hutterer R. & J.M. Duplantier** (2000) Les micromammifères du Djoudj (Delta du Sénégal) par l'analyse du régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*. *Bonn. Zool. Beitr.*, 1 : 31-38.
3. **Bekele A. & H. Leirs** (1997) Population ecology of rodents of maize fields and grassland in central Ethiopia. *Belg. J. Zool.*, 127 : 39-48.
4. **Crespin L., Papillon Y., Abdoulaye D., Granjon L. & B. Sicard** (2008) Annual flooding, survival and recruitment in a rodent population from the Niger River plain in Mali. *J. Trop. Ecol.*, 24 : 375-386.
5. **Crespin L., Duplantier J.M. & L. Granjon** (2012) Demographic aspects of the island syndrome in two Afrotropical *Mastomys* rodent species. *Acta Oecol.*, 39 : 72-79
6. **Dajoz R.** (2006) *Précis d'écologie, 8ème édition*. Collection Sciences Sup, Dunod, Paris, France, 640 p.
7. **Diagne C.A.** (2012) *Contribution à l'étude des communautés d'helminthes gastro-intestinaux de rongeurs invasifs et natifs de Niamey (Niger)*. Mémoire de Master 2, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 30 p.
8. **Duplantier J.M.** (1989) Les rongeurs myomorphes forestiers du nord-est du Gabon : structure du peuplement, démographie, domaines vitaux. *Terre et Vie-Rev. Ecol. A.*, 44 : 329-346.
9. **Duplantier J.M.** (1992) Les maladies transmissibles à l'homme associées aux genres *Arvicanthis* et *Mastomys* (Rongeurs, Muridés). OMS Meeting on rodents ecology, population dynamic and surveillance technology in Mediterrean countries; Genève, Suisse, 14-16 avril.
10. **Duplantier J.M.** (1997) Évolution de la diversité et de l'abondance des rongeurs dans les cultures de la vallée du Sénégal, depuis la mise en service de barrages *in* : Actes de la 4e conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, *ANPP éd.*, 3 : 937-944.
11. **Duplantier J.M.** (1998) Les petits rongeurs indicateurs des modifications du climat, des milieux et des pratiques agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal. *Éditions de l'ORSTOM* Paris: 53-65.
12. **Duplantier J.M. & L. Granjon** (1988) Occupation et utilisation de l'espace par des populations du genre *Mastomys* au Sénégal : étude à trois niveaux de perception. *Sci. Tech. Anim. Lab.*, 13 : 129-133.
13. **Duplantier J.M. & L. Granjon** (1992) Liste révisée des rongeurs du Sénégal, *Mammalia*, 56 : 425-431.
14. **Duplantier J.M., Granjon L. & H. Bouganaly** (1996) Reproductive characteristics of three sympatric species of *Mastomys* in Senegal, as observed in the field and in captivity. *Mammalia*, 60 : 629-638.
15. **Duplantier J.M., Granjon L. & K. Bâ** (1991a) Découverte de trois espèces de rongeurs nouvelles pour le Sénégal : un indicateur supplémentaire de la désertification dans le nord du pays. *Mammalia*, 55 : 313-315.
16. **Duplantier J.M., Granjon L. & K. Bâ** (1991b) Liste commentée des mammifères de la station ORSTOM de Mbour. *Rapport ORSTOM Dakar* : 1-8.

17. **Duplantier J.M., Granjon L. & K. Bâ** (1997) Répartition biogéographique des petits rongeurs au Sénégal. *J. Afr. Zool.*, 111 : 17-26.
18. **Duplantier J.M., Orsini P., Thohari M., Cassaing J. & H. Croset** (1984) Échantillonnage des populations de Muridés, influence du protocole de piégeage sur l'estimation des paramètres démographiques. *Mammalia*, 48 : 129-141.
19. **Field A.C.** (1975) Seasonal changes in reproduction, diet and body composition of two equatorial rodents. *East Afr. Wildl. Journal*, 13 : 221-235.
20. **Frontier S. & D. Pichod-Viale** (1998) *Écosystèmes - structure, fonctionnement, évolution*. Masson, Paris : 447 p.
21. **Granjon L.** (1987) *Évolution allopatrique chez les Muridés : mécanismes éco-éthologiques liés au syndrome d'insularité chez Mastomys et Rattus*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et techniques de Languedoc, Montpellier : 163 p.
22. **Granjon L. & J.M. Duplantier** (2009) *Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne*. IRD Editions, Publications Scientifiques du Muséum, *Collection Faune et Flore tropicales*, 43 : 215 p.
23. **Granjon L., Cosson J.F., Quesseveur E. & B. Sicard** (2005) Population dynamics of the multimammate rat *Mastomys huberti* in an annually flooded agricultural region of central Mali. *J. Mammal*, 86 : 997-1008.
24. **Granjon L., Ganem G., Bâ K. & J.M. Duplantier** (1994) Water physiology and population dynamics in insular populations of *Mastomys huberti* (Rodentia, Muridae). *Polish Ecol. Studies*, 20 : 343-356.
25. **Gratz N.G.** (1997) The burden of rodent-borne diseases in Africa south of Sahara. *Belg. J. Zool.*, 127 : 71-84.
26. **Hountondji Y.C.** (2008) Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de doctorat, Fac. Sci. Univ. Liège, Belgique : 131 p.
27. **Hubert B.** (1977) Écologie des populations de rongeurs de Bandia (Sénégal), en zone sahélo-soudanienne. *Terre et Vie-Rev. Ecol. A.*, 31 : 33-100.
28. **Hubert B.** (1982) Dynamique des populations de deux espèces de rongeurs du Sénégal, *Mastomys erythroleucus* et *Taterillus gracilis* (Rodentia, Muridae et Gerbillidae) : I. Etude démographique. *Mammalia*, 46 : 37-166.
29. **Hubert B. & F. Adam** (1975) Reproduction et croissance en élevage de quatre espèces de rongeurs Sénégalais. *Mammalia*, 39 : 57-73.
30. **Hubert B. & F. Adam** (1985) Outbreaks of *Mastomys erythroleucus* and *Taterillus gracilis* in the Sahelo-Sudanian zone in Senegal. *Acta Zool. Fennica*, 173 : 113-117.
31. **Hubert B. & Y. Demarne** (1981) Le cycle saisonnier des lipides de réserve chez deux espèces de rongeurs du Sénégal. *Terre et Vie-Rev. Ecol. A.*, 35 : 55-72.
32. **Hubert B., Adam F. & A. Poulet** (1973) Liste préliminaire des Rongeurs du Sénégal. *Mammalia*, 37 : 76-87.
33. **Hubert B., Couturier G., Poulet A. & F. Adam** (1981a) Les conséquences d'un supplément alimentaire sur la dynamique des populations de rongeurs du Sénégal : I- Cas de *Mastomys erythroleucus* en zone sahélo-soudanienne. *Terre et Vie-Rev. Ecol. A.*, 35 : 73-95.
34. **Hubert B., Gillon D. & F. Adam** (1981b) Cycle annuel du régime alimentaire des trois principales espèces de rongeurs (Rodentia, Gerbillidae et Muridae) de Bandia (Sénégal). *Mammalia*, 45 : 1-20.

35. **Hubert B., Leprun J.C. & A. Poulet** (1977) Importance écologique des facteurs édaphiques dans la répartition spatiale de quelques Rongeurs au Sénégal. *Mammalia*, 41 : 35-59.
36. **Krebs C.J.** (1966) Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecol. Monogr.*, 36 : 239-273.
37. **Krebs J.K.** (1984) Trappability estimates for mark-recapture data. *Can. J. Zool.*, 62 : 2440-2444.
38. **Leirs H.** (1995) Population ecology of *Mastomys natalensis* (Smith, 1834). Implication for rodent control in Africa. Belgian administration for development cooperation, *Agriculture Editions*, 35 : 256 p.
39. **Leirs H., Stuyck J., Verhagen R. & W. Verheyen** (1990) Seasonal variation in growth of *Mastomys natalensis* (Rodentia: Muridae) in Morogoro, Tanzania. *Afr. J. Ecol.*, 28 : 298-306.
40. **Mermod C.** (1969) Écologie et dynamique des populations de trois rongeurs sylvicoles. *Mammalia*, 33 : 1-57.
41. **Moro D. & B. Hubert** (1983) Production et consommation de graines en milieu sahélo-soudanien au Sénégal- Les rongeurs. *Mammalia*, 47 : 37-58.
42. **Nydegger N.C. & D.R. Johnson** (1989) Size and overlap of townsend ground squirrel home ranges. *Great Basin Naturalist*, 49 : 108-110.
43. **Odhiambo C., Oguge N.O. & H. Leirs** (2005) Movements and spatial patterns of *Mastomys erythroleucus* in maize cropping systems in the Kenyan Rift Valley. *Belg. J. Zool.*, 135 : 83-89.
44. **Petter F.** (1977) Les rats à mamelles multiples d'Afrique occidentale et centrale: *Mastomys erythroleucus* (Temminck, 1853) et *Mastomys huberti* (Wroughton, 1908). *Mammalia*, 41 : 441-444.
45. **Poulet A.R.** (1972) Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : les mammifères. *Terre et Vie-Rev. Ecol. A.*, 26 : 440-472.
46. **Poulet A.R.** (1978) Évolution of the rodent population of a dry bush savanna in the Senegalese Sahel from 1969 to 1977. *Bull. Carnegie Mus. Nat. History*, 6 : 113-117.
47. **Poulet A.R.** (1982) Pullulation de rongeurs dans le sahel, mécanismes et déterminisme du cycle d'abondance de *Taterillus pygargus* et d'*Arvicanthis niloticus* (Rodentia, Gerbillidae et Muridae) dans le sahel du Sénégal, de 1975 a 1977. *ORSTOM* : 276 p.
48. **Püttker T., Barros C.S.D., Martins T.K., Sommer S. & R. Pardini** (2012) Suitability of distance metrics as indexes of home-range size in tropical rodent species. *J. Mammal.*, 93 : 115-123.
49. **Ramade F.** (2009) *Élément d'écologie : écologie fondamentale, 4ème édition*, Dunod, Paris, 689 p.
50. **Spitz F. & F. Bourlière** (1975) *Problèmes d'écologie: démographie des populations de vertébrés. III. Dynamique de populations de mammifères*. Masson, Paris VI^e : 443 p.
51. **Spitz F.** (1969) *L'échantillonnage des populations de petits mammifères, problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Masson, Paris : 153-188.
52. **Taylor J.C. & M.G. Green** (1976) The influence of rainfall on diet and reproduction in four african rodent species. *J. Zool.*, 180 : 367-389.
53. **Wilson D.E. & D.M. Reeder** (2005) *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. John Hopkins University Press, Baltimore, 1 & 2 : 2142 p.

Autres références

- 54. ORSTOM-SÉNÉGAL (1976)** Les rongeurs des cultures au Sénégal : clé de détermination et principes de lutte. Dakar, Primature, *DGRST et Orstom édit.*, 21 p.

ANNEXES

Annexe I : LES FICHES DE TERRAIN

I.1. Pour l'identification des rongeurs

Date : 29/05/2013		Piégeurs : Nd. DIOUF et coll.		Page 1 / 1								
Localité : CBGP DAKAR		Nbre Nuits : 5		Latitude :								
		Type piège : BTS		Longitude :								
N° ligne : A1		Nbre pièges : 285		N° GPS (pour la mission) :								
		Ecart pièges : 10m										
Milieu : Bandia												
N°ind	Etat	Espèce	sexe	Age	Act	Poids (g)	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5	Observations
1	NVX	<i>M. ery.</i>	M	Juv.	+							
2	ANC	<i>A. nilot.</i>	F	JAd.	-							
3	ANC	<i>Gerb. gamb.</i>	M	Ad.	+							
4	NVX	<i>T. grac.</i>	F	Ad.	+/-							

Le numéro du piège qui a capturé le rongeur. Le numéro est formé par le couplage du numéro de la ligne et de la colonne. Exemples : B18, B19, C15, L4, M1

Toutes observations sur les rongeurs (morts, échappés, mangés et autres remarques)

Avec:

- ▶ **NVX** = Nouveaux; l'individu vient d'être capturé pour la première fois dans cette session.
- ▶ **ANC** = Ancien ; l'individu a été capturé dans une ou plusieurs sessions antérieures.
- ▶ **Act.** = Activité sexuelle de l'individu capturé ; s'il est sexuellement active, on note « + » ; si non on note «- ».
- ▶ **Sexe** : M = Mâle ; F = Femelle
- ▶ **Âge** : Juv. = juvénile ; JAd. = jeunes Adultes ; Ad. = adultes
- ▶ *M.ery.* = *Mastomys erythroleucus*; *A. nilot.* = *Arvicanthis niloticus*; *G. gamb.* = *Gerbilliscus gambianus*; *T. grac.* = *Taterillus gracilis*.

I.2. Pour la description du milieu (quadrat d'étude)

Date : 29/05/2013		Observateur : Nd. Diouf et coll.		Page 1 / 1								
Localité : CBGP DAKAR		Nbre Nuits : 5		Latitude :								
		Type piège : BTS		Longitude :								
N° ligne : A1		Nbre pièges : 285		N° GPS (pour la mission) :								
		Ecart pièges : 10m		hauteurs (typiques) en mètres								
Milieu : Réserve de Bandia												
Espèces végétales dominantes :												
Espèces végétales secondaires :												
N° piège	Eau Libre	Humidité du Sol	Type de sol	Couvert Végétal %	Herbes		Buissons		branches mortes	Arbres		Etat des cultures (ou autres observations)
					Couvert (%)	haut. (m)	Couvert (%)	haut. (m)		Couvert (%)	haut. (m)	
1	oui	humide	argile	4	4	0,7	2	1,5	+	1	0	
2	non	sec	sable		2	0,3	2	1	0	1	5	
3	etc...											
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

couvert végétal global dans un rayon de 5 mètres autour du piège (de la même façon que noté en 2010).
6 classes:
1* = 0% à 5%
1 = 5% à 25%

couvert végétal pris séparément pour les trois strates: herbacées, buissons et arbres ; dans un rayon de 5 mètres autour du piège.
6 classes:
1* = 0% à 5%
1 = 5% à 25%

case "branches mortes", noter: présence (+) ou absence (0) de branches mortes au sol ou de 'haie d'épineux morts' (les 2 sont considérés comme buissons)

Annexe II : RELEVÉ DE VÉGÉTATION ET DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DU SOL AUTOUR DES PIÈGES DE LA LIGNE A.

Date : 27/06/13			Observateur : Nd. DIOUF et coll.			Page : 1/1					
Localité : Réserve de Bandia			Nombre Nuits : 5			Latitude :					
			Type piège : Manufrance			Longitude :					
N° ligne : A			Nombre pièges : 285			N° GPS :					
			Ecart pièges : 10m								
Milieu : Réserve de Bandia											
Espèces végétales dominantes : <i>Dichrostachys, Acacia seyal, Ipomea, Cassia tora, Boscia senegalensis, Indigofera.</i>											
Espèces secondaires : <i>Sclerocarya birrea, Azadirachta indica, Cassia sp, Adansonia digitata, Combretum micrantum.</i>											
N° piège	Eau Libre	Humidité du Sol	Type de sol	Couvert	Herbes		Buissons		branches mortes	Arbres	
				Végétal (%)	Couverture (%)	hauteur (m)	Couverture (%)	hauteur (m)		Couverture (%)	hauteur (m)
1	-	-	argilo-sableux	5%	3%	2,3	2	0,3	-	0	0
2	-	-	argilo-sableux	100%	90%	1,5	10	1,2	-	5	3,5
3		-	argilo-sableux	95%	90%	1,5	5	1	-	30	8
4	-	-	argilo-sableux	80%	55%	0,1	1	0,4	++++	70	10
5	-	-	argilo-sableux	95%	95%	0,4	10	1	+	30	10
6	-	-	argilo-sableux	95%	95%	1,2	5	1	-	5	5
7	-	-	argilo-sableux	90%	95%	1,2	10	1,1	-	0	0
8	-	-	argilo-sableux	95%	80%	0,4	10	1	-	80	6
9	-	-	argilo-sableux	90%	90%	0,8	5	0,7	-	40	6
10	-	-	argilo-sableux	80%	80%	0,6	50	2	-	5	7
11	-	-	argilo-sableux	70%	70%	1,5	20	2	+	10	3
12	-	-	argilo-sableux	90%	90%	1,5	30	2	-	10	4
13	-	-	argilo-sableux	95%	95%	1,5	60	2	-	10	2
14	-	-	argilo-sableux	70%	70	1,2	55	1,3	-	0	0
15	-	-	argilo-sableux	95%	95	0,5	15	0,5	-	5	6
16	-	-	argilo-sableux	50%	50	0,8	25	0,7	-	0	0
17	-	-	argilo-sableux	50%	50	0,4	15	0,5	-	5	2
18	-	-	argilo-sableux	100%	100	0,5	15	1	-	5	1,5
19	-	-	argilo-sableux	100%	100	0,3	5	0,7	-	0	0

Les relevés de végétation du quadrat ont été effectués lors d'une prospection du site à la réserve de Bandia du 27 au 29 juin 2013 par Diouf N., Diakhaté M., Niang Y., Ba K., Lefur J. & L. Granjon. La colonne "eau libre" permet d'estimer la teneur en eau libre dans le sol et la colonne "Humidité du sol" permet d'estimer l'humidité relative du sol. Ces paramètres et les autres caractéristiques édaphiques n'ont pas été étudiés car nécessitent l'utilisation d'un matériel adéquate et un temps d'étude plus long. Les informations recueillies ici concernent la ligne A avec une description complète du milieu autour des 19 pièges.

Annexe III : PHOTOS DE TERRAIN SUR LE SITE DE BANDIA (JUN 2013)



Végétation du quadrat (vue générale)

Zone dénudée

Sous les buissons

**Annexe IV : MÉTHODE D'ESTIMATION DE LA TAILLE DE LA POPULATION PAR
L'INDICE DE LINCOLN-PETERSEN A LA SESSION 1 DE DÉCEMBRE 2008.**

N°ind	Etat	Espèce	Période de capture			Période de recapture	
			Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5
101	NV	Mastomys erythroleucus	A11	-	-	-	-
102	NV	Mastomys erythroleucus	A14	-	A13	-	-
103	NV	Mastomys erythroleucus	E15	D14	-	-	-
104	NV	Mastomys erythroleucus	J8	-	-	K9	-
105	NV	Mastomys erythroleucus	J3	K2	K3	-	-
107	NV	Mastomys erythroleucus	O6	-	N7	O6	-
108	NV	Mastomys erythroleucus	O9	-	-	-	O4
109	NV	Mastomys erythroleucus	-	A13	-	-	-
110	NV	Mastomys erythroleucus	-	B14	-	-	-
111	NV	Mastomys erythroleucus	-	O9	-	-	-
112	NV	Mastomys erythroleucus	-	N7	-	-	-
113	NV	Mastomys erythroleucus	-	O6	O9	-	O6
114	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	D14	-	-
115	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	H13	-	H13
118	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	O4	-	-
119	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	O6	-	-
120	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	A18	-
121	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	G19	-
122	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	A13	-
123	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	A12	-
124	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	H12	-
125	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	J12	-
127	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	L12	-
128	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	K13	-
129	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	L19	-
130	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	O11	-
131	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	O9	O9
132	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	M8	-
133	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	A19
134	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	C13
135	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	H12
137	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	G12
138	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	K2
139	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	I12
140	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	A19	-	-
140 BIS	NV	Mastomys erythroleucus	-	-	-	-	K13

Mr = Nb individus capturés pendant les 3 premiers jours 17

C = Nb individus capturés pendant les 2 derniers jours 25

Rm = Nb individus capturés et marqués pendant les 2 derniers jours 5

Estimation de Lincoln de la taille de la population : $N_{pt} = (Mr \times C)/Rm$ 85

NVX = Nouveau, l'animal est capturé pour la première fois ; sinon ANC = Ancien, l'animal a été capturé précédemment dans une ou plusieurs sessions. G12 : N° de piège.

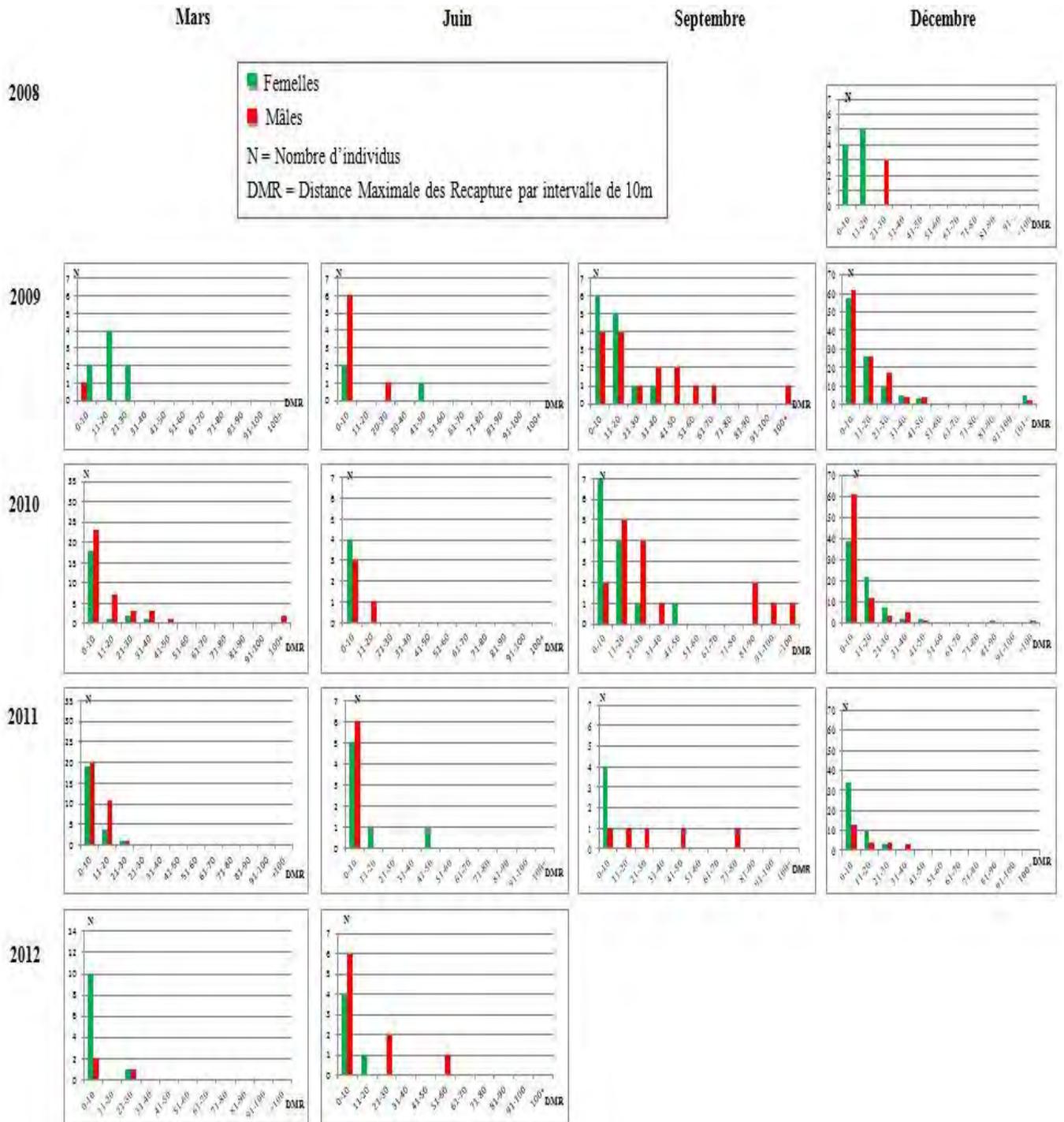
Annexe V : RÉSULTATS DE LA SÉRIE DE PIÉGEAGE EFFECTUEE A BANDIA ENTRE DÉCEMBRE 2008 ET JUIN 2012 EN NOMBRE D'INDIVIDUS CAPTURÉS ET POURCENTAGE DES DIFFÉRENTES ESPÈCES RENCONTRÉES.

Espèces	Déc.	Mars	Juin	Sept	Déc.	Mars	Juin	Sept	Déc.	Mars	Juin	Sept	Déc.	Mars	Juin
	-08	-09	-09	-09	-09	-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-12	-12
<i>M. ery.</i>	37	35	13	56	341	91	11	39	232	68	13	13	93	29	17
	88,1%	89,7%	46,4%	83,5%	82,3%	82%	73,3%	78%	87%	85%	68,4%	86,6%	88,5%	78,3%	89,4%
<i>A. nilot.</i>	0	2	11	7	52	20	2	1	17	6	0	0	2	5	0
		5,1%	39,3%	10,4%	12,5%	18%	13,3%	2%	6,3%	7,5%			1,9%	13,5%	
<i>G. gamb.</i>	1	2	2	0	3	0	0	6	17	6	3	2	8	3	1
	2,4%	5,1%	7,1%		0,7%			12%	6,4%	7,5%	15,8%	13,3%	7,6%	8,1%	5,2%
<i>T. grac.</i>	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
					1,4%		13,3%								
<i>P. daltoni</i>	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
				1,5%	0,7%			4%							
<i>X. eryt.</i>	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	0	1
	9,5%		7,1%						0,4		15,8%		1,9%		5,2%
<i>Crocidura sp</i>	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				4,4%	1,7%										
<i>Gerb. guin.</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0,5%										
<i>St. cf cuppedius</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
								4%							

ANNEXE VI : TABLEAU DES MOYENNES DES DRS PAR SESSION

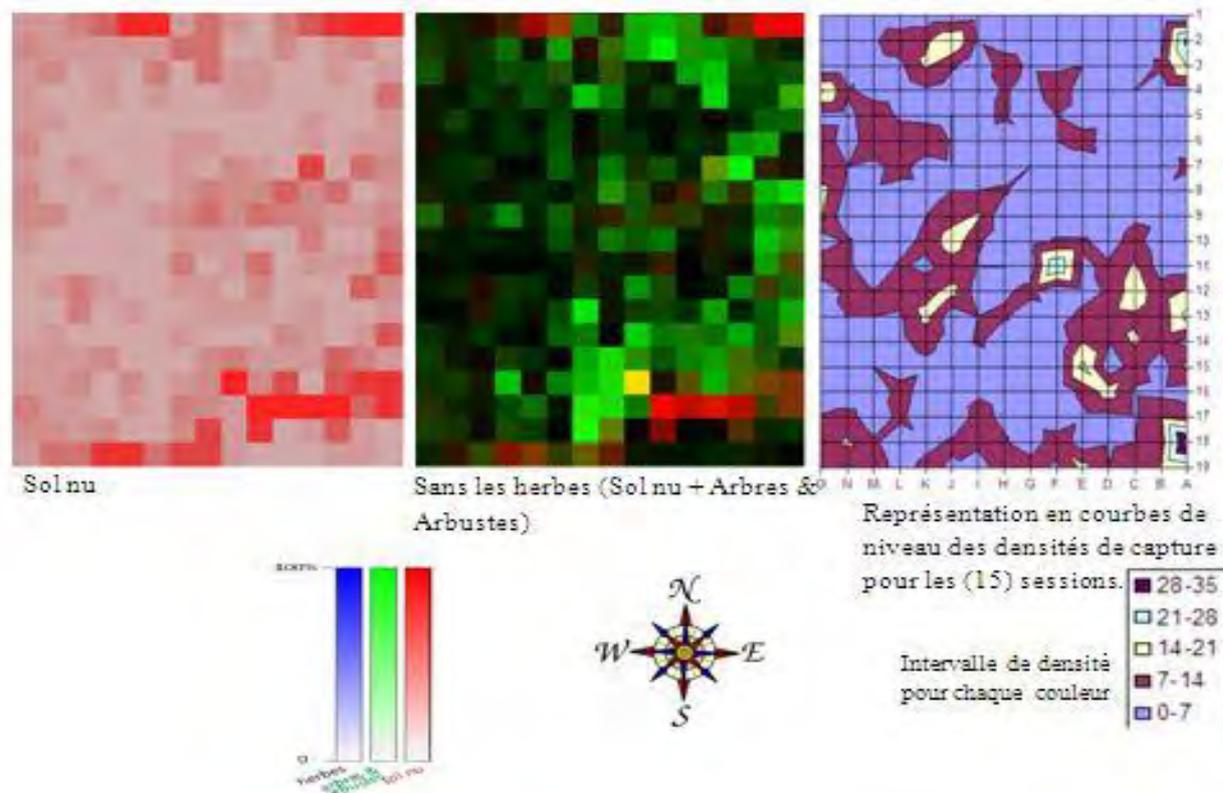
Sessions	Femelles		Mâles	
	Juveniles	Adultes	Juveniles	Adultes
déc.-08	0,000	11,339	30,000	50,000
mars-09	-	14,907	21,213	13,738
juin-09	-	13,744	-	7,143
sept-09	-	12,676	-	31,331
déc.-09	33,735	15,287	12,646	16,690
mars-10	7,060	6,610	25,862	15,870
juin-10	-	0,000	-	10,590
sept-10	12,071	12,898	-	37,244
déc.-10	11,981	13,776	10,944	11,989
mars-11	14,142	6,550	10,000	9,655
juin-11	-	0,000	-	10,824
sept-11	-	5,000	-	33,786
déc.-11	10,929	8,322	11,172	19,624
mars-12	0,000	23,028	0,000	5,606
juin-12	-	14,986		4,828

Annexe VII : HISTOGRAMMES DES MOYENNES DE DMR DES FEMELLES ET DES MALES AU COURS DES DIFFÉRENTES SESSIONS DE PIÉGEAGE EFFECTUÉES A BANDIA ENTRE DÉCEMBRE 2008 ET JUN 2012



Annexe VIII : SIMULATION INFORMATIQUE DE LA PHYSIONOMIE VÉGÉTALE DU QUADRAT D'ÉTUDE A PARTIR DES RELEVÉS DE VÉGÉTATION GRACE UN CODE DE COULEUR RED, GREEN, BLUE (RGB).

Les trois strates sont représentées par les trois couleurs. La représentation des densités de captures en courbes de niveau renseigne sur l'importance et la répartition des captures sur le quadrat. Chaque carreau correspond à un carré de 10m de coté délimité autour d'un piège.



Annexe IX : ANALYSE PAR LE TEST DU « KHI-2 » DE LA DISTRIBUTION DES BARYCENTRES DE CAPTURES DES INDIVIDUS PIÉGÉS AUX SESSIONS DE JUIN DES QUATRE ANNÉES (DE 2009 A 2012) EN FONCTION DU POURCENTAGE DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE DONT LE RELEVÉ A ÉTÉ EFFECTUÉ EN JUIN 2013.

% couverture	Nbre pièges	Nbre barycentres sessions de juin	Nbre théoriques barycentres	Khi-2	état
<20	225	44	42,63	0,04	
20-40	35	6	6,63	0,06	
40-60	15	1	2,84	1,19	
60-80	8	2	1,52	0,15	
80-100	2	1	0,38	1,02	
Total	285	54	54	2,47	NS

Valeur seuil (χ^2) = 9,4877

Les barycentres sont répartis de façon indépendante au pourcentage de couverture végétal. Les rongeurs présentent une distribution aléatoire.

Annexe X : ANALYSE DE LA SEX-RATIO PAR LE TEST DU « KHI-2 ».

Sessions	Nombre observé		Nombre théorique		Khi 2	état	sex-ratio
	Mâles	femelles	Mâles	Femelles			
déc.-08	14	22	18	18	1,78	NS	équilibrée
mars-09	22	13	17,5	17,5	2,31	NS	équilibrée
juin-09	7	6	6,5	6,5	0,08	NS	équilibrée
sept-09	29	27	28	28	0,07	NS	équilibrée
déc.-09	171	169	170	170	0,01	NS	équilibrée
mars-10	46	45	45,5	45,5	0,01	NS	équilibrée
juin-10	7	4	5,5	5,5	0,82	NS	équilibrée
sept-10	21	18	19,5	19,5	0,23	NS	équilibrée
déc.-10	121	110	115,5	115,5	0,52	NS	équilibrée
mars-11	43	25	34	34	4,76	S	déséquilibrée
juin-11	7	6	6,5	6,5	0,08	NS	équilibrée
sept-11	7	6	6,5	6,5	0,08	NS	équilibrée
déc.-11	36	57	46,5	46,5	4,74	S	déséquilibrée
mars-12	12	17	14,5	14,5	0,86	NS	équilibrée
juin-12	10	7	8,5	8,5	0,53	NS	équilibrée

Le Khi-2 est calculé suivant l'opération suivante :

$$X^2 = \frac{(Nom - Ntm)^2}{Ntm} + \frac{(Nof - Ntf)^2}{Ntf}$$

Avec *Nom* = Nombre de mâles observés

Nof = Nombre de femelles observées;

Ntm = Nombre théorique de mâles observés ;

Ntf = Nombre théorique de femelles observées ;

NS = Non significatif

S = Significatif

ddl : degrés de liberté = 1

Valeur seuil (χ^2) = 3,84

Identification des facteurs bioécologiques influençant la dynamique de population de *Mastomys erythroleucus* (Rodentia, Muridae) dans la réserve de Bandia (Sénégal).

Résumé: La dynamique de population est l'étude des changements et des modifications des paramètres d'une population. Chez les rongeurs, d'importants changements de ces paramètres de populations surviennent régulièrement et ont toujours attiré l'attention des chercheurs. Depuis plus de quarante années plusieurs études ont été effectuées sur l'espèce *Mastomys erythroleucus* au Sénégal et plus particulièrement sur le site de Bandia. Sur le même site aujourd'hui protégé en tant que réserve de faune, nous avons étudié la dynamique de population de *M. erythroleucus* et l'environnement dans lequel elle évolue afin d'évaluer les facteurs biologiques et écologiques jouant un rôle sur cette dynamique. Les animaux étudiés ont été piégés par la technique de capture-marquage-recapture (CMR) sur un quadrat de près de 3ha entre décembre 2008 et juin 2012 à raison d'une session de piégeage par trimestre (15 sessions au total ; Granjon et coll.). Les tailles de populations sont estimées pour chaque session par les méthodes de Lincoln-Petersen et du MNA. Les densités et les déplacements sont calculés. La reproduction et la sex-ratio sont aussi étudiées. Nos résultats montrent que la dynamique de population de *M. erythroleucus* est fortement influencée par la durée de la saison des pluies et les moyennes annuelles des précipitations, ces derniers facteurs conditionnant les ressources alimentaires (graines en particulier). Les déplacements et l'évolution annuelle du poids des individus montrent aussi des variations saisonnières liées aux conditions de ressources. Les conséquences majeures de cette dépendance de la dynamique de la population de *M. erythroleucus* à ces facteurs sont les grandes fluctuations saisonnières et interannuelles de ses densités pouvant mener à des pullulations. Des travaux complémentaires plus approfondis seront nécessaires pour étudier l'influence d'autres facteurs biotiques ou abiotiques, extrinsèques ou intrinsèques à la population. Les résultats obtenus peuvent servir de base pour une gestion à vocation écologique de ces rongeurs potentiellement nuisibles aux cultures.

Mots clés : *Mastomys erythroleucus*, dynamique de population, facteurs bioécologiques, reproduction, taille de population, densités.

Abstract: Population dynamics is the study of changes and modifications of the parameters of a population. In rodents, significant changes in these parameters occur regularly and have always attracted the attention of researchers. For over forty years, several studies have been conducted on *Mastomys erythroleucus* in Senegal and more particularly at the site of Bandia. On the same site currently protected as a wildlife reserve, we have studied the population dynamics of *M. erythroleucus* as well as the environment in which it lives to evaluate the biological and ecological factors that play a role in this dynamics. The animals studied were trapped by quarterly capture-mark-recapture (CMR) sessions on a 3ha trapping grid between December 2008 and June 2012 (15 sessions in total; Granjon et al.). The population sizes are estimated for each session by the Lincoln-Petersen and MNA methods. Densities and movements are calculated. Reproduction and sex-ratio are also studied. Our results show that the population dynamics of *M. erythroleucus* is strongly influenced by the duration of the rainy season and the average annual rainfall, which themselves determine food availability (especially seeds). Movements and individual's weight also vary seasonally. Major consequences of this dependence of the population dynamics of *M. erythroleucus* to these factors are large seasonal and inter-annual density fluctuations that can lead to outbreaks. More extensive work is required to study the influence of other factors. These results may serve as basis for ecologically-based rodent management.

Keywords: *Mastomys erythroleucus*, population dynamics, bio-ecological factors, reproduction, population size, densities, outbreaks.
