



Domaine vital et mouvement de *Rattus rattus* entre l'intérieur et l'extérieur des villages ruraux des hautes terres centrales, Madagascar

Todisoa RADOVIMIANDRINIFARANY^{1,2}, Marie Jeanne RAHERILALAO^{1,2}, Voahangy SOARIMALALA^{2,3}, Soanandrasana RAHELINIRINA⁴, Fehivola ANDRIAMIARIMANANA⁴, Alain Berthin ANDRIANARISOA⁴, Minoarisoa RAJERISON⁴, Kathryn SCOBIE⁵, Marcela P. A. ESPINAZE⁵, Steven BELMAIN⁶ et Sandra TELFER⁵

¹Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Domaine Sciences et Technologie, BP 906, Université d'Antananarivo, Antananarivo 101, Madagascar

²Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar

³Institut des Sciences et Techniques de l'Environnement – Université de Fianarantsoa, BP 1264, Fianarantsoa 301, Madagascar

⁴Unité peste – Institut Pasteur de Madagascar, Madagascar

⁵School of Biological Sciences – University of Aberdeen, United Kingdom

⁶Natural Resources Institute – University of Greenwich, United Kingdom

E-mail auteur correspondant : todisoaradovy@gmail.com

Reçu le 10/10/2025 ; accepté le 17/03/2026 ; mis en ligne le : 26/04/2026 ; <https://doi.org/10.60881/bszf151-1-4>

Résumé Les rongeurs introduits constituent des dangers pour les denrées alimentaires et la santé humaine à Madagascar. Cependant, les informations éco-biologiques nécessaires à l'élaboration de stratégies efficaces de contrôle de leurs populations restent fragmentaires. Afin d'identifier les périodes et les milieux favorables au contrôle dans les zones rurales, des études du domaine vital et des mouvements de *Rattus rattus* entre les habitations humaines et les champs de culture extérieurs des villages ont été réalisées à Analavory sur les Hautes Terres centrales de Madagascar. L'étude du domaine vital a été faite par suivi d'individus avec des bobines dans des champs de culture extérieurs de six villages, durant les saisons sèche et humide. L'investigation sur les mouvements a été réalisée par marquage avec un biomarqueur Rhodamine B, accompagné par des captures à l'aide des pièges vivants dans neuf villages, durant trois saisons distinctes. Le domaine vital de *R. rattus* est en moyenne 230,8 m². Aucune variation significative de la taille du domaine vital n'a été observée en fonction des saisons ou du sexe, bien que les tailles d'effet associées à ces facteurs (δ de Cliff) soient élevées. *Rattus rattus* est relativement plus abondant dans les champs de culture que dans les habitations, et certains individus peuvent parcourir jusqu'à 162,7 m. Les mouvements apparaissent globalement similaires entre les saisons mais semblent influencés par le type d'habitat. En périphérie des villages, les femelles présentent des distances de déplacement légèrement supérieures à celles des mâles. La lutte dans les champs périphériques durant la saison chaude-pluvieuse pourrait réduire les populations de rats, les dégâts associés et leur migration vers les habitations en saison froide-sèche.

Mots-clés *Rattus rattus*, bobine, Rhodamine B, habitation humaine, extérieur de villages, Analavory, Madagascar.

Home range and movement of *Rattus rattus* between the inside and outside of rural villages in central highlands, Madagascar

Abstract Introduced rodents threaten food resources and human health in Madagascar. However ecological information essential for designing effective population control strategies remains scarce. To identify periods and habitats for control of in rural areas, we conducted a study of *Rattus rattus* home range size and movements between human habitations and outside fields in Analavory in the central highlands of Madagascar. A home range study was carried out by spool-and-line during dry and wet seasons in outside fields of six villages. The investigation on movements used baits containing the biomarker Rhodamine B, followed by captures using live traps during three different seasons in nine villages. The home range area of *R. rattus* calculated outside the human habitation in dry and wet season is $230.8 \text{ m}^2 \pm 57.9$. Rat home range size showed no significant variation with season or sex, despite substantial effect sizes (Cliff's δ). In the study villages, *R. rattus* is relatively abundant in the outside crop fields and some individuals moved up to 162.7 m. Statistical tests showed that *Rattus rattus* movements seem to be uniform between seasons. Their movement appears to be related to habitat type. Females move slightly further than males in habitat outside of villages. These results suggest that control in peripheral crop fields during the wet-hot season could reduce rat populations, associated damage, and their migration into human dwellings during the dry-cold season.

Keywords *Rattus rattus*, spool-and-line, Rhodamine B, human habitation, outside villages, Analavory, Madagascar.

Introduction

Trois espèces de rongeurs Muridae (*Mus musculus*, *Rattus norvegicus* et *R. rattus*) et deux espèces de musaraignes Soricidae (*Suncus etruscus* et *S. murinus*) sont connues comme ayant été introduites à Madagascar (GOODMAN & SOARIMALALA, 2022). Elles sont souvent synanthropiques et à large distribution dans le pays. Etant donné leur prolifération sur l'île, en particulier *R. rattus*, elles sont comptées parmi les animaux ravageurs à Madagascar. Les dommages qu'elles engendrent touchent surtout l'agriculture, les fournitures de maisons et la santé humaine. En effet, l'invasion des rats a été signalée dans plusieurs régions de Madagascar (FAO & PAM, 2013). D'après FAO, FIDA, UNICEF, PAM & OMS (2021), plus de 100 000 tonnes de paddy sont endommagées par ces animaux au cours d'une seule année. Les rats (*R. rattus* et *R. norvegicus*) sont également des hôtes réservoirs de certains pathogènes tels que *Yersinia pestis* et l'agent de la leptospirose (RASAMOELINA *et al.*, 1997 ; DUPLANTIER & RAKOTONDRAVONY, 1999 ; CHANTEAU, 2006 ; TOLLENAERE *et al.*, 2010 ; REYNES *et al.*, 2013 ; DIETRICH *et al.*, 2014 ; WILKINSON *et al.*, 2014 ; GHAWAR *et al.*, 2017 ; SOARIMALALA *et al.*, 2019). En ce qui concerne la peste (*Yersinia pestis*), elle est une maladie dangereuse qui affecte encore les êtres humains dans certaines régions malgaches, en particulier dans quelques zones rurales. Par exemple, en novembre 2017, plus de 2400 cas de peste ont été avancés pour Madagascar (RANDREMANANA *et al.*, 2017). Compte tenu de l'abondance des rats, de leur large répartition et de la taille de Madagascar, leur éradication n'est pas envisageable. Une lutte efficace est donc nécessaire pour

réduire les dégâts qu'ils occasionnent sur les cultures et la santé humaine. Des informations basées sur leur écologie sont indispensables afin de planifier une stratégie de contrôle plus efficace.

Dans différentes régions malgaches, à cause de leur multiplication rapide, surtout celle de *R. rattus*, et leurs dégâts, les études menées auparavant étaient largement focalisées sur la dynamique des populations (RAKOTONDRAVONY, 1992 ; RATSIMANOSIKA, 1995 ; RAHELINIRINA & DUPLANTIER, 1997), la reproduction (RAFANOMEZANA, 1997), le déplacement (RAHELINIRINA *et al.*, 2009 ; DAMMHAHN *et al.*, 2017), leurs dégâts et les systèmes de luttés appliquées (RASAMOELINA *et al.*, 1997 ; SOARIMALALA *et al.*, 2019). En outre, des études ont porté sur leur rôle dans l'épidémiologie de la peste. Par exemple, deux espèces de puces parasites des rats (*Synopsyllus fonquerniei* et *Xenopsylla cheopis*) sont connues comme principales vectrices de la peste à Madagascar (DUPLANTIER *et al.*, 2005 & ANDRIANAIVOARIMANANA *et al.*, 2013).

Malgré ces recherches, les données sur le mouvement et le territoire des rats restent lacunaires. Or la connaissance de ces paramètres est indispensable pour déterminer comment lutter efficacement contre les populations de rongeurs. Les déplacements des rats entre leurs différents habitats jouent un rôle crucial dans la propagation des maladies zoonotiques. Il est indispensable de comprendre ce phénomène pour mieux cerner l'épidémiologie de ces maladies en particulier celles liées aux agents pathogènes transmis par les rats. Cela inclut la détermination des zones où les êtres humains sont les plus susceptibles d'être exposés à ces agents. Concernant la peste, les deux espèces de puces

responsables de sa transmission présentent des distributions géographiques distinctes, liées aux différents types d'habitats des rats. *Synopsyllus fonquerniei* est majoritairement retrouvée dans les zones périphériques des villages, tandis que *X. cheopis* est limitée aux habitats intérieurs des maisons humaines (ANDRIANAIVOARIMANANA *et al.*, 2013). Ces observations mettent en lumière une distinction importante : les rats des zones périphériques n'occupent généralement pas les habitations humaines ni leurs espaces péri-domestiques. Cette distribution spatiale pourrait s'expliquer par la présence des rats synanthropiques déjà installés dans ces milieux, susceptibles de limiter l'accès aux ressources ou aux sites favorables. Dans ce contexte, le contrôle des populations des rats synanthropiques est susceptible d'influencer l'occupation de ces espaces par des individus issus des zones périphériques. Par ailleurs, durant la saison froide et sèche, la raréfaction des ressources alimentaires dans les zones agricoles, combinée au stockage des récoltes dans les habitations humaines, entraîne une augmentation marquée des déplacements des rats depuis l'extérieur vers les maisons (RASOLOZAKA, 1998 & RAHELINIRINA *et al.*, 2010).

Cette étude vise à mieux comprendre l'écologie spatiale et les déplacements de *Rattus rattus*, en identifiant les facteurs influençant leur mobilité afin de guider des stratégies de contrôle. Trois aspects principaux sont examinés : (i) la variation des domaines vitaux et des distances parcourues selon la saison, le sexe et le statut de maturité ; (ii) les taux de déplacement entre zones périphériques végétalisées, espaces péri-domestiques et

habitations ; et (iii) l'influence du type d'habitat sur la distance minimale parcourue. Il est supposé que les mâles adultes se déplacent sur de plus longues distances, en particulier en saison sèche, que les déplacements varient selon les conditions environnementales et la disponibilité alimentaire, et que les individus des zones ouvertes ou cultivées sont plus mobiles que ceux des zones densément bâties.

Méthodologie

Sites et période d'étude

Les études ont été réalisées dans la Commune rurale d'Analavory qui fait partie du District de Miarinarivo de la Région d'Itasy, ex-Province d'Antananarivo. Cette Commune se trouve à 111 km de la capitale Antananarivo et à 22 km à l'ouest de la ville de Miarinarivo, suivant la route nationale numéro 1 (RN 1) qui relie la capitale et le District de Tsiroanomandidy. Les critères de sélection des 12 villages choisis pour cette étude se sont basés sur les caractéristiques des zones agricoles aux alentours constituant de mosaïques d'habitats pour les petits mammifères (Figure 1). Les coordonnées géographiques de ces villages sont illustrées dans le Tableau 1. Le suivi des rats à l'aide de bobines a été réalisé dans six villages durant les saisons sèche (septembre 2022) et humide (février 2023). En revanche, le marquage à la Rhodamine B (RhB) a été effectué dans neuf villages au cours des trois saisons : chaude-pluvieuse (novembre – décembre 2022), fin chaude-pluvieuse (mars - avril 2023) et froide-sèche (Juillet - août 2023).



Figure 1. Carte de localisation des villages d'étude
(Source : BD100 FTM, modifiée par Todisoa Radovimiandrinarany, 2024)

Figure 1. Location map of the study villages

(Source: BD100 FTM, modified by Todisoa Radovimiandrinarany, 2024)

Tableau 1. Coordonnées géographiques des villages, saisons et périodes d'études
Table 1. Geographical coordinates of villages, seasons and study period

Villages	Coordonnées géographiques	Etudes, saisons et période				
		Suivi des rats à bobine		Marquage à la Rhodamine B		
		sèche	humide	chaude - pluvieuse	fin chaude - pluvieuse	froide - sèche
		sept. 2022	fév. 2023	(nov. -déc. 2022)	(mar. -avr. 2023)	(juil. -aoû 2023)
Ambalavato	18°56'59,9"S ; 46°39'34,0"E	-	-	-	+	+
Ambatomenaloha	18°59'40,6"S ; 46°40'38,4"E	-	-	-	+	+
Ambatomitsangana	19°02'22,4"S ; 46°40'56,5"E	-	-	-	+	+
Ambohijatovo	18°58'58,1"S ; 46°44'20,5"E	-	-	-	+	+
Antanetibe	18°57'16,2"S ; 46°45'58,5"E	-	-	-	+	+
Mangabe	19°01'18,2"S ; 46°45'33,4"E	-	-	-	+	-
Amparihy	19°01'34,2"S ; 46°41'12,5"E	+	+	+	+	-
Bengitsy	18°56'02,4"S ; 46°43'06,8"E	+	+	+	+	-
Soanafindra	18°53'34,3"S ; 46°39'43,5"E	+	+	+	+	-
Ambohitrakoho	18°57'31,5"S ; 46°43'58,3"E	+	+	-	-	-
Ambohitaratelo	18°55'39,8"S ; 46°39'13,9"E	+	+	-	-	-
Mahiatrondro	19°01'14,9"S ; 46°42'49,5"E	+	+	-	-	-

+ = étude réalisée ; - = étude non réalisée

Etude du domaine vital et du trajet des rats par l'utilisation de la bobine

Cette étude a été préalablement effectuée pour pouvoir repérer les emplacements potentiels pour l'installation des stations d'appâtage à la RhB dans un village. En fait, deux stations à RhB ne doivent pas se situer dans le même domaine vital d'un individu. Des suivis de quelques individus de *R. rattus* avec des bobines de fil coloré ont été réalisés afin de déterminer l'étendue de leur domaine vital dans les champs de culture à l'extérieur de village.

Une nuit de capture avec des pièges vivants (300 x 100 x 100 mm de l'entreprise BTS, Besançon, France) a été réalisée dans ces champs de culture. L'appât utilisé est composé de poissons séchés (*mangidy kely*) et de morceaux de manioc cru enveloppés de beurre de cacahuète. La visite de pièges a été faite dans la matinée (vers 6 : 00 h) du jour suivant. Les rats capturés sont pesés à l'aide d'un pesola (type 300 g) et leur sexe est déterminé. Des bobines de 4,5 g ont été fixées sur la nuque d'individus adultes en bon état (poids \geq 90 g), selon le protocole de KEY & WOODS (1996), APLIN *et al.* (2003) et RAKOTOARISOA *et al.* (2022). Les animaux ont été immédiatement relâchés à leur point de capture, l'extrémité du fil étant attachée à un tronc d'arbre. Afin de limiter les effets potentiels du dispositif sur le comportement, le poids de la bobine a été maintenu en dessous de 5 % du poids corporel et les 20 premiers mètres du trajet n'ont pas été pris en compte dans les

analyses (APLIN *et al.*, 2003). Deux suivis matinaux successifs du trajet de leur déplacement ont été effectués après le jour du relâcher. Les coordonnées géographiques sont prises tous les 5 m le long du fil libéré de la bobine.

Etude du déplacement de *Rattus rattus* par le biomarqueur à la Rhodamine B (RhB)

Pour déterminer les mouvements des rats entre les habitations humaines et les champs de culture, la RhB a été utilisée pour les marquer à la fluorescence. Les cartes de l'Annexe 1 présentent les emplacements des stations d'appâtage à la RhB et les points de capture dans les villages d'étude. Quatre stations à RhB ont été installées dans les zones végétalisées à la périphérie du village, généralement entre les zones avec des maisons et les zones avec des cultures entourant chaque village. Elles sont placées dans des endroits fixes au cours des différentes sessions de capture et sont distantes d'au moins 100 m à vol d'oiseau les uns des autres. Cet intervalle dépasse largement la distance de déplacement journalière préalablement connue, soit 50 m en moyenne (DUPLANTIER *et al.*, 2011). L'appât est composé de 1000 g de farine de blé et de beurre de cacahuète et de 2 g de RhB (MOHR *et al.*, 2007 ; MONADJEM *et al.*, 2011 ; AWONIYI *et al.*, 2021). Ces composants sont ensuite mélangés avec un peu d'eau et d'huile d'arachide afin d'obtenir une pâte compacte dont l'odeur attire les rongeurs. Les appâts à biomarqueur sont conservés dans un tunnel en bois pour les protéger des volailles et des

chats. Deux jours d'appâtage par session ont été effectués avant les captures de rongeurs dans chaque village. Lors de la visite journalière (le matin), la consommation des appâts est vérifiée, puis ceux-ci sont renouvelés.

A chaque session d'étude dans un village, un total de 120 pièges vivants a été utilisé pour capturer les rats après le biomarquage. Ils sont composés de 60 BTS (300 x 100 x 100 mm de l'entreprise BTS, Besançon, France) et de 60 Sherman (230 x 75 x 90 mm de H.B. Sherman Traps Inc., Tallahassee, Florida, USA). Les pièges sont appâtés avec le même appât utilisé durant l'étude du domaine vital et du trajet.

Parmi ces pièges, 32 sont installés à l'intérieur de 16 maisons (un BTS et un Sherman chacune). Ces maisons sont généralement localisées à proximité des stations d'appâtage à RhB. En effet, la station d'appâtage est ceinturée par quatre maisons de capture, dont deux sont localisées à moins de 50 m de la station et deux autres à plus de 50 m. Ces pièges à l'intérieur sont situés dans des zones telles que la cuisine, la salle de séjour ou la salle de stockage. Trente-deux autres pièges sont installés à l'extérieur ou dans les zones péri-domestiques de ces 16 maisons précédemment citées. Deux pièges par maison (un BTS et un Sherman chacune) sont installés dans des endroits tels que les lieux d'élevage, dans la cour ou au pied de haies.

Les 56 pièges (28 BTS et 28 Sherman) restants ont été mis en place dans des champs cultivés et incultes (entre 30 et 200 m) à l'extérieur du village. Ils sont distribués dans 28 points de capture autour des stations

d'appâtage à RhB. Chaque station est entourée de sept points de capture avec 14 pièges (sept BTS et sept Sherman). L'emplacement de la station d'appâtage est aussi compté parmi ces points de capture. Ainsi, deux pièges (un BTS et un Sherman) par point de capture ont été placés. La distance entre deux points de capture successifs est de 30 m. Les zones cultivées regroupent les champs de maniocs, de patates douces, d'arbres fruitiers, de rizières sur colline ou de terrain non-inondé pour la riziculture, de rizières avec des cultures pour la seconde production comme les légumes. Tandis que les zones incultes rassemblent les champs et les rizières sans culture, les zones de plantation d'arbres pour la construction et le sisal. Les caractéristiques des zones de culture changent suivant les villages et les saisons.

Le récapitulatif des nombres de pièges installés à chaque session d'étude dans les trois zones de capture (intérieur des maisons, péri-domestiques et extérieur de villages) suivant la distance minimale du point de capture par rapport aux stations d'appâtage à RhB est présenté sur la figure 2. La plupart des pièges ont été installés dans les trois types d'habitat, dans une gamme de distances de 20 à 80 m.

Au moment de la visite des pièges (avant 9 h du matin), les animaux capturés sont ramassés avec leurs pièges puis ramenés au laboratoire. Deux à quatre nuits de capture ont été réalisées dans les villages. Tous les pièges sont réappâtés lors de la visite du matin et ceux ayant eu un succès de capture sont remplacés.

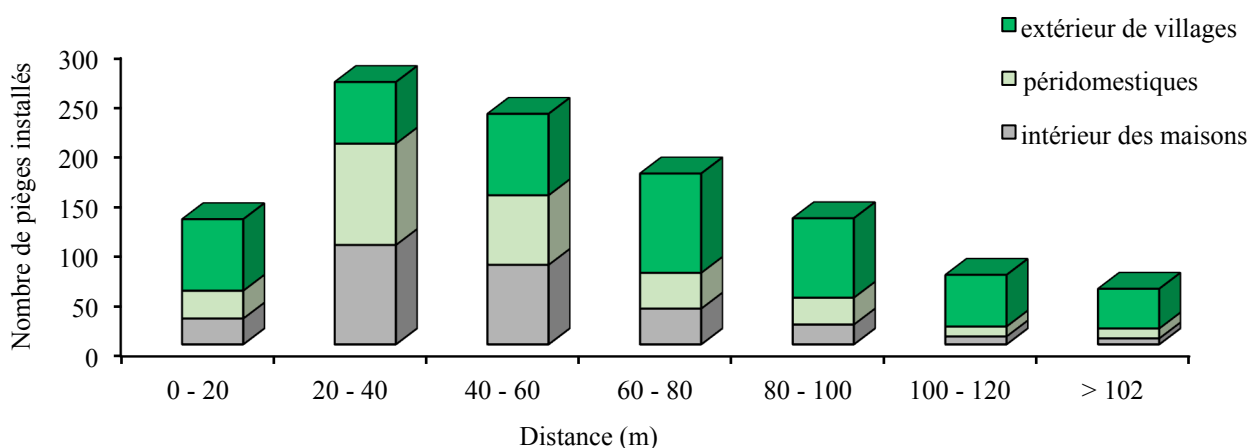


Figure 2. Histogramme du nombre de pièges installés à chaque session d'étude selon la distance minimale du point de piégeage d'une station d'appât RhB répartis par habitats.

Figure 2. Histogram of the number of traps installed per study session according to the minimum distance of the trapping point from a RhB bait station, split by habitat.

Travaux au laboratoire et détection de la RhB sur les animaux capturés

Les animaux capturés sont euthanasiés suivant la Directive 2010/63/UE du Parlement Européen (<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=C ELX:32010L0063.PDF>) et celle de l'American Society of Mammalogists (SIKES *et al.*, 2016) pour l'utilisation des

animaux sauvages dans la recherche et l'éducation ; puis ils ont été identifiés (nom de l'espèce et sexe). Les individus sont classés en deux statuts de maturité ou classes d'âge sexuel (mature et immature) selon leur état de reproduction (tableau 2). La technique de scannage avec une lampe à UV de la bouche, du nez, des yeux et d'autres organes du corps a été adoptée pour détecter les

individus marqués par la RhB. Avec le rayon ultra-violet de la lampe, la RhB incorporée au mucus des animaux montre une fluorescence autour de ces zones. La présence de cette fluorescence sur les individus scannés indique qu'ils ont consommé l'appât à RhB ou ont été en contact avec le produit. Nous supposons que toute fluorescence dans ces parties du corps d'un animal capturé était la preuve de la consommation de l'appât durant la même session sur le terrain au cours des 2 à 6 derniers jours (FRY *et al.*, 2009).

Analyse des données

La délimitation et la cartographie du domaine vital de *R. rattus* ont été faites par géométrie d'emprise minimale type enveloppe convexe avec le logiciel QGIS (version 3.30.0). Ce système fournit le plus petit polygone convexe contenant toutes les coordonnées géographiques relevées le long du trajet des individus suivis à l'aide des bobines (ROUYS, 2008). La surface de ce polygone représente l'étendue du domaine vital de l'animal. Au moins trois coordonnées géographiques sont nécessaires pour pouvoir construire ce polygone. La distance journalière du trajet d'un individu correspond à l'écart maximal représenté par une droite imaginaire reliant deux points les plus éloignés sur le polygone (KEY & WOODS, 1996).

Pour les surfaces de domaines vitaux et les distances de déplacement journalier de *R. rattus* munis de bobines, le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour déterminer s'il y a une différence significative entre les mâles et les femelles ou entre les saisons (humide et sèche). En raison de la taille réduite de l'échantillon, toutes les données ont été utilisées pour l'analyse concernant les domaines vitaux (par exemple, l'effet du sexe a été testé en combinant les données des saisons sèche et pluvieuse). Les tailles d'effet ont été ensuite estimées avec le delta de Cliff (δ) et interprétées comme faibles ($< 0,15$), modérées ($0,15-0,33$) ou fortes ($\geq 0,33$) (CLIFF, 1993). Pour l'analyse des distances de déplacement journalier, les données ont été séparées afin de déterminer s'il y a ou non un effet de la saison pour les mâles et/ou les femelles, et un effet du sexe pendant la saison des pluies et/ou la saison sèche.

Comme les stations à RhB ont été installées dans les zones végétalisées à la périphérie du village, nous supposons que les animaux marqués et capturés à l'intérieur des maisons et dans les zones péri-domestiques témoignent de déplacements entre les zones environnantes et ces deux types d'habitats. Pour savoir si le pourcentage d'animaux qui se déplacent vers les maisons et/ou vers les zones péri-domestiques dépend des saisons ou du sexe ou du statut de maturité de l'animal, le test de Chi-deux (χ^2) a été adopté pour comparer les proportions de *R. rattus* marqués à la RhB capturés dans les trois types d'habitats en fonction de la saison, du sexe et du statut de maturité. Les données des animaux marqués sont également utilisées pour explorer davantage les distances de déplacements. Comme nous ne savons pas à quelle station d'appât RhB un animal marqué a consommé l'appât, par prudence, la distance

minimale de déplacement a été calculée comme la distance entre le lieu de capture et la station RhB la plus proche. Comme pour les données de la bobine, les tests de Kruskal-Wallis (H) et de Mann-Whitney sont utilisés pour connaître si les distances minimales de déplacement varient selon le sexe et la saison. En raison de la taille plus importante de l'échantillon, nous avons également fait une analyse pour voir la présence éventuelle d'une différence entre le nombre d'animaux matures et immatures. L'hypothèse sur les interactions possibles entre ces variables (par exemple, l'effet de la saison pourrait dépendre du sexe) a été également émise. Le test de Kruskal-Wallis a été effectué pour voir l'effet de la saison sur les distances minimales de déplacement en utilisant uniquement des données sur les femelles, les mâles, les animaux matures ou immatures, ainsi que le test de Mann-Whitney pour déterminer l'effet du statut de maturité en utilisant uniquement des femelles ou des mâles.

Une autre hypothèse statuant que la distance minimale parcourue pourrait dépendre de l'habitat de capture a été émise. Par exemple, les animaux pourraient n'utiliser que les maisons ou les zones péri-domestiques proches du point d'appât marqué mais ils parcourent de plus longues distances dans la zone végétalisée autour du village. Cela signifie que les animaux marqués capturés dans les maisons ou les zones péri-domestiques devraient avoir des distances minimales plus courtes que les animaux capturés à l'extérieur. Les animaux pourraient également parcourir de plus grandes distances pour utiliser l'intérieur des maisons ou les zones péri-domestiques. Ainsi, un test de Kruskal-Wallis est utilisé pour vérifier cette hypothèse.

Les définitions des variables en jeu sont trouvées dans le tableau 2. Ces différentes analyses sont effectuées à l'aide du logiciel R (R CORE TEAM, 2024). La valeur de la probabilité $p < 0,05$ des analyses indique une différence significative.

Résultats

Domaine vital et distance journalière du trajet de *Rattus rattus* suivi à l'aide des bobines

Pour l'étude du domaine vital, 37 individus de *R. rattus* munis de bobines ont été suivis dont 19 (51,4 %) sont des mâles et 18 (48,6 %) sont des femelles. Ils ont été relâchés dans l'ensemble des six villages, toutes saisons confondues. Sur ces 37 individus, 18 (48,6 %) ont été suivis durant la saison sèche et 19 (51,4 %) pendant la saison humide. Quelques informations sur ces animaux suivis sont présentées en Annexe 2. Cependant, 10 individus avec bobine qui ont pu être suivis chacun pendant deux jours entiers ont été pris en compte dans la mesure du domaine vital. Tandis que pour la mesure de la distance journalière de trajet, les données obtenues sur les 37 individus suivis pendant une journée chacun ont été considérées.

Durant cette étude, la moyenne des surfaces du domaine vital est de $230,8 \text{ m}^2 \pm 57,9$ (erreur type). Le domaine vital le plus vaste était celui d'une femelle en saison sèche ($692,9 \text{ m}^2$), soit plus du double de celui de

tout autre animal (Tableau 3). La taille médiane du domaine vital était de 198 m², correspondant à un diamètre d'environ 16 m. La variation de ce paramètre en fonction de la saison n'est pas significative (U = 4 ; p > 0,05). Il en est de même pour le sexe (U = 7 ; p > 0,05). Toutefois les médianes observées indiquaient des domaines vitaux plus étendus en saison sèche (247,5 m²) qu'en saison humide (144,0 m²), ainsi que chez les mâles (253,1) par rapport aux femelles (193,5). L'estimation des tailles d'effet suggère néanmoins une influence biologique marquée de ces facteurs. Le delta de Cliff

indiquait un effet fort de la saison ($\delta = 0,67$) et un effet modéré à fort du sexe ($\delta = 0,44$) sur la surface du domaine vital. L'absence de significativité statistique est vraisemblablement liée à la faible taille d'échantillon et à la variabilité élevée des valeurs, limitant la puissance des tests. Les cartes de l'Annexe 3 présentent les domaines vitaux des 10 individus de *R. rattus* suivis dans les villages. Les domaines vitaux d'individus suivis dans un même village sont illustrés sur une même carte.

Tableau 2. Définition des variables en jeu dans les analyses de mouvement des rats biomarqués
Table 2. Definition of covariates used on biomarked rat movement analysis

Variables	Définitions
Distance minimum de déplacement	Distance minimale à vol d'oiseau (en mètre) entre le point de capture et la station d'appâtage RhB la plus proche.
Habitat de capture	Trois groupes d'habitat dans les villages ont fait l'objet de capture des rongeurs « intérieur des maisons », « péri-domestique » et « champs extérieurs de villages »
Saison	chaude-pluvieuse (novembre – février) : période de croissance des cultures ; fin chaude-pluvieuse (mars – juin) : période près et en pleine récolte de productions ; froide-sèche (juillet – octobre) : période post récolte et de stockage de productions.
Sexe	mâle ou femelle
Statut de maturité ou âge sexuel de reproduction	Individu mâle « mature » : avec testicules scrotaux, et « immature » avec testicules abdominaux. Individu femelle « mature » : avec vagin perforé / allaitante / gravide, et « immature » avec vagin imperforé et mamelles petites ou non visibles.

Tableau 3. Domaine vital de *Rattus rattus* à bobine à fil
Table 3. Home range of Rattus rattus with spool line

Saison	Sexe	Code des individus	Surface du domaine vital (m ²)
sèche	mâle	A	198,1
		R	296,9
	femelle	E	198,0
		G	692,9
humide	mâle	CC	252,1
		DD	94,5
		SS	265,3
	femelle	FF	45,0
		LL	72,0
		NN	193,5
Moyenne générale ± erreur type			230,8 ± 57,9
Médiane générale			198,0
Médiane mâle			253,1
Médiane femelle			193,5
Médiane sèche			247,5
Médiane humide			144,0

La moyenne générale de la distance de trajet journalière effectuée par *R. rattus* dans les champs à l'extérieur des villages est de 29,3 m ± 4,5 (erreur type) ;

la médiane générale est de 22,3 m (Tableau 4). La variation de cette distance suivant la saison n'est pas significative (U = 57 ; p > 0,05 pour les mâles et U = 26 ; p

> 0,05 pour les femelles). Il en est de même suivant le sexe (U = 44 ; $p > 0,05$ pour la saison sèche et U = 28 ; $p > 0,05$ pour la saison humide). Donc les distances de

déplacement journalières effectuées par *R. rattus* semblent être similaires suivant la saison et le sexe.

Tableau 4. Distance parcourue par *Rattus rattus* à bobine à fil
Table 4. Daily traveled distance by *Rattus rattus* with spool line

Saison	Sexe	Médiane journalière des distances du trajet (m)	Moyenne journalière des distances du trajet (m) ± erreur type
sèche	mâle (n = 9)	22,3	24,5 ± 9,4
	femelle (n = 9)	26,0	43,2 ± 49,9
humide	mâle (n = 10)	28,5	32,8 ± 17,6
	femelle (n = 9)	13,5	16,5 ± 5,4
Ensemble		22,3	29,3 ± 4,5

Déplacement de *Rattus rattus* marqué à la RhB entre l'extérieur de villages et les habitations humaines en fonction de la saison, du sexe et du statut de maturité

Un total de 723 individus a été capturé durant les trois saisons d'étude dans les neuf villages dont 213 (29,5 %) étaient positifs à la RhB (Annexe 4).

Pendant les sessions de capture, la plupart des individus de *R. rattus* marqués (77,3 à 89,2 %) dans les zones végétalisées à la périphérie du village, restent dans ces zones et celles avec des cultures entourant chaque village, alors que les pourcentages des individus marqués circulant vers l'intérieur des maisons ne dépassent pas les 11,5 % ; de même vers les zones péri-domestiques (Tableau 5). Bien que les proportions d'animaux marqués

dans les zones péri-domestiques et dans les maisons aient été plus élevées pendant la saison froide et sèche, (elles sont légèrement supérieures à celles des deux autres saisons), la différence n'est pas significative ($\chi^2 = 5,4$; ddl = 4 ; $p > 0,05$). Il n'y a pas eu non plus de différence significative entre les proportions des individus se déplaçant à partir de l'extérieur de villages vers les habitations humaines en fonction du sexe ($\chi^2 = 1,0$; ddl = 2 ; $p > 0,05$) ou en fonction du statut de maturité ($\chi^2 = 2,4$; ddl = 2 ; $p > 0,05$). Ainsi, les pourcentages des individus se déplaçant vers les habitats péri-domestiques et l'intérieur des maisons demeurent plus faibles que ceux qui restent à l'extérieur, et semblent être relativement semblables suivant ces variables.

Tableau 5. Variation du mouvement de *Rattus rattus* dans les habitats en fonction de la saison, du sexe et du statut de maturité

Table 5. Variation in *Rattus rattus* movement in habitats as function of season, sex and maturity status

		Habitats de capture			Total
		extérieur de villages	péri-domestique	intérieur des maisons	
Variables	Total des individus marqués	177	19	17	213
Saisons	chaude-pluvieuse	26 (81,3 %)	3 (9,4 %)	3 (9,4 %)	32
	fin-chaude-pluvieuse	83 (89,2 %)	6 (6,5 %)	4 (4,3 %)	93
	froide-sèche	68 (77,3 %)	10 (11,4 %)	10 (11,4 %)	88
Sexes	mâle	83 (80,6 %)	10 (9,7 %)	10 (9,7 %)	103
	femelle	94 (85,5 %)	9 (8,2 %)	7 (6,4 %)	110
Statut de maturité	immature	24 (88,9 %)	2 (7,4 %)	1 (3,7 %)	27
	mature	153 (82,3 %)	17 (9,1 %)	16 (8,6 %)	186

Variation de la distance de déplacement des rats marqués à la RhB suivant la saison, le sexe, le statut de maturité et l'habitat

Cette étude a révélé que la moyenne de distance minimale de déplacement de *R. rattus* marqués est de 63,8 m ± 2,7 (erreur type). La plus longue distance minimale est de 162,7 m. Cette distance a été réalisée par deux

femelles, capturées à l'extérieur de village.

La différence entre ces distances minimales parcourues est statistiquement significative en fonction du sexe (U = 6682 ; $p = 0,02$). La distance parcourue par les femelles (médiane de distance minimale = 68,0 m) est légèrement plus longue que celle des mâles (médiane de distance minimale = 55,2 m) (Figure 3 B). Aucune différence significative entre les distances de

déplacement n'a été constatée selon la saison ($H = 0,3$; $ddl = 2$; $p > 0,05$) (Figure 3 A) et le statut de maturité ($U = 2243$; $p > 0,05$) (Figure 3 C). Lorsque les données ont été analysées séparément afin d'examiner les interactions potentielles, aucune variation saisonnière significative des distances de déplacement n'a été détectée, que ce soit chez les mâles ($H = 3,6$; $ddl = 2$; $p > 0,05$), les femelles ($H = 0,6$; $ddl = 2$; $p > 0,05$), les individus immatures ($H = 1,9$;

$ddl = 2$; $p > 0,05$) ou les individus matures ($H = 0,7$; $ddl = 2$; $p > 0,05$). De même, aucune différence significative n'a été observée dans les distances minimales de déplacement entre les rats matures et immatures, qu'ils soient mâles ($U = 660$; $p > 0,05$) ou femelles ($U = 458$; $p > 0,05$). Enfin, les distances de déplacement ne diffèrent pas significativement selon le type d'habitat ($H = 3,2$; $ddl = 2$; $p > 0,05$) (Figure 3 D).

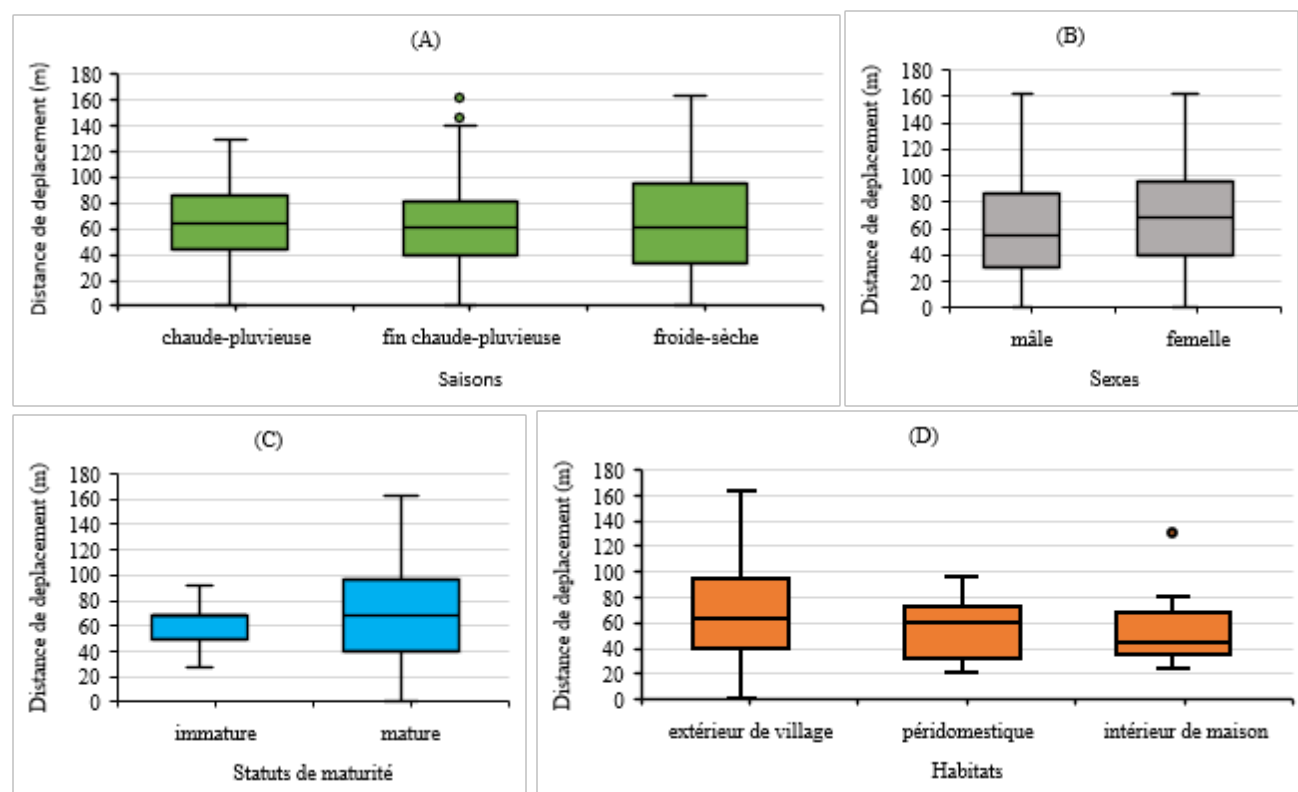


Figure 3. Variation de la distance minimale de déplacement des individus de *Rattus rattus* marqués en fonction de la saison (A), de leur sexe (B), de leur statut de maturité (C) et de l'habitat (D) (traits horizontaux en bas et en haut = respectivement, valeurs minimale et maximale de l'ensemble des données, lignes verticales en dessous et au-dessus de la boîte = variabilités en dehors des quartiles inférieures et supérieures, lignes horizontales inférieure et supérieure de la boîte = quartiles inférieur et supérieur, ligne horizontale dans la boîte = médiane et petit rond au-dessus = valeur aberrante de données).

Figure 3. Variation in the minimum distance moved by marked *Rattus rattus* according to season (A), their sex (B), their maturity status (C), and the habitat (D) (horizontal lines at the bottom and top = minimum and maximum values of the data set respectively, vertical lines below and above the box = variability outside lower and upper quartiles respectively, horizontal lines below and above the box = lower and upper quartiles, horizontal line in the box = median and small circle above = outlier data)

Discussion

Domaine vital et distance journalière de déplacement de *Rattus rattus*

Tous les domaines vitaux estimés sur une période de 48 heures étaient inférieurs à 300 m², à l'exception d'un individu présentant un domaine vital de 692,9 m², tandis que trois autres présentaient des domaines inférieurs à 100 m² (Tableau 3). L'étude de RINGLER *et al.* (2014) a montré que l'estimation du domaine vital obtenue par un suivi d'une journée avec bobine reflète essentiellement le domaine vital principal, correspondant à environ 27 % du domaine vital total obtenu par capture-marquage-recapture sur 10 nuits. La présente étude, qui combine suivi par bobine et marquage à la RhB,

ressemble à cette situation. Si l'on suppose que le suivi par bobine mesure le domaine vital principal, le domaine total pourrait être environ quatre fois plus étendu, soit de 800 m² à 2 400 m². De nombreuses études ont évalué le domaine vital de *R. rattus* dans différents contextes écologiques. Par exemple, DOWDING & MURPHY (1994) ont suivi 12 individus dans la forêt de Puketi, en Nouvelle-Zélande, et ont estimé un domaine vital moyen de 8 600 m². En Australie, COX *et al.* (2000) ont observé trois mâles dans des habitats de forêt sèche et de broussailles avec des domaines vitaux compris entre 3 400 m² à 7 600 m². PRYDE *et al.* (2005) ont rapporté un domaine vital moyen de 2 700 m² pour cinq rats dans la vallée forestière d'Eglinton (Nouvelle-Zélande). En Nouvelle-Calédonie, ROUYS (2008) a suivi huit individus dans des zones

forestières, avec des domaines vitaux allant de 473 m² à 9 121 m². RINGLER *et al.* (2014) ont également observé des domaines vitaux compris entre 3 480 et 8 390 m² en milieu forestier et de 12 740 m² à 30 760 m² en milieu prairial sur deux îles tropicales de l'océan Indien (Europa et Juan de Nova). Enfin, HARPER & RUTHERFORD (2016) ont montré que, sur une île abritant une colonie d'oiseaux marins en Nouvelle-Zélande, les domaines vitaux des rats variaient de 300 m² à 1 500 m², avec un domaine moyen des femelles d'environ 600 m² durant la saison de reproduction, valeur proche de la plus élevée mesurée dans notre étude. Des études comparables sur d'autres espèces de rongeurs dans des habitats non forestiers montrent des domaines vitaux plus étendus : *Rattus argentiventer* en milieux agricoles au Vietnam variait de 24 000 m² à 98 000 m² (BROWN *et al.*, 2005). *Mastomys natalensis* dans le Swaziland et la Namibie occupait 4 152 m² à 4 407 m² (MONADJEM *et al.*, 2011) et *Laonastes aenigmamus* dans une zone de conservation de la biodiversité au centre du Laos avait un domaine vital compris entre 14 900 m² et 16 000 m² (KHOTPATHOOM *et al.*, 2020). Ces études ont toutes utilisé la radiotélémetrie sur des périodes d'au moins cinq jours, à l'exception de celle de RINGLER *et al.*, qui a utilisé le piégeage. Dans le cadre de notre étude, l'échantillon était limité à 10 individus, la longueur du fil de la bobine à 250 m et la durée de suivi à seulement deux jours, ce qui peut affecter l'estimation du domaine vital. Néanmoins, le suivi par bobine reste approprié pour estimer le domaine vital principal de *R. rattus* sur de courtes périodes, offrant l'avantage d'un coût réduit et de résultats rapides comparativement à la capture-recapture ou au radio-traçage.

Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence de différences statistiquement significatives de la surface du domaine vital ni en fonction de la saison ni en fonction du sexe. Toutefois l'analyse descriptive et l'estimation des tailles d'effet suggèrent des tendances biologiquement pertinentes. Les domaines vitaux apparaissent plus étendus en saison sèche qu'en saison humide et plus grande chez les mâles que chez les femelles, indiquant une influence potentielle de ces facteurs sur l'utilisation de l'espace. Ces résultats sont en accord avec les travaux réalisés sur les îles d'Europa et de Juan de Nova ainsi que dans la vallée d'Eglinton, qui montrent que les femelles présentent généralement des domaines plus restreints que les mâles (RINGLER *et al.*, 2014 & PRYDE *et al.*, 2005). De plus, il a été rapporté que sur l'île d'Europa la surface du domaine vital des *R. rattus* augmente de la saison estivale humide à la saison hivernale sèche (RINGLER *et al.*, 2014). Des conditions écologiques favorables pourrait expliquer la fidélité de la population murine dans son territoire. Les ressources alimentaires pourraient aussi influencer la superficie du domaine vital de cette espèce. LOW *et al.* (2013) ont avancé que l'abondance de la nourriture conditionne son territoire. A part la disponibilité des habitats favorables, l'étendue du domaine vital de *R. rattus* pourrait être aussi influencée par d'autres facteurs tels que les interactions interspécifiques comme la compétition et la prédation

(INNES & SKIPWORTH, 1983 ; RINGLER *et al.*, 2014), la densité de la population (HOOKER & INNES, 1995) et le cycle de reproduction. Comme dans le cas de la présente étude, les suivis des rats ont été réalisés dans les champs périphériques des villages au cours des saisons sèche et humide. Généralement, ce type d'habitat présente une variation saisonnière de la couverture végétale. Pendant la saison sèche, une fois les récoltes et les activités agricoles terminées, une réduction progressive de la couverture végétale dans les champs s'observe. La végétation se développe beaucoup à la saison humide suivante après la reprise de la culture et l'abondance des pluies. Malgré ces changements saisonniers de l'habitat, aucune variation statistiquement significative du domaine vital de *R. rattus* n'a été mise en évidence. Toutefois l'estimation de la taille d'effet de delta de Cliff indique un effet saisonnier marqué, suggérant une tendance à l'augmentation de la surface du domaine vital en saison sèche. Cette apparente stabilité statistique malgré une différence d'amplitude non négligeable, pourrait s'expliquer par la capacité d'adaptation élevée de cette espèce introduite, qui demeure capable d'exploiter les parcelles agricoles en dehors des périodes de culture, y compris lorsque les ressources alimentaires sont limitées. Espèce omnivore et largement ubiquiste (SOARIMALALA & GOODMAN, 2011), *R. rattus* peut notamment se nourrir des graines résiduelles tombées au sol ou de tubercules non ramassés lors de la récolte ou d'autres ressources alimentaires disponibles. Ce qui pourrait atténuer l'effet des variations saisonnières de la végétation sur l'utilisation de l'espace. Au regard des résultats obtenus, il est recommandé d'approfondir l'étude de l'utilisation de l'espace chez *R. rattus* en intégrant un échantillonnage plus large tant en termes d'effectifs que de durée de suivi, afin d'augmenter la puissance statistique des analyses et de mieux détecter d'éventuelles différences saisonnières ou sexuelles. Il serait également pertinent d'inclure des variables environnementales fines telles que la disponibilité réelle des ressources alimentaires, la structure de la couverture végétale afin de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à la variation du domaine vital.

Le diamètre de la médiane du domaine vital basé sur l'étude avec la bobine était environ 16 m. Les distances de déplacement journalier, calculées à partir de 37 individus suivis pendant une journée, étaient similaires ou supérieures à ce diamètre de la médiane (13 à 28 m), ce qui suggère que les animaux suivis pendant deux jours ont parcouru des distances similaires à celles des animaux suivis pendant une journée. Ces distances sont légèrement inférieures à la moyenne des distances maximales parcourues entre les captures lors d'une étude de capture-marquage-recapture menée sur les îles d'Europa et de Juan de Nova, avec contrôle quotidien des pièges : 26 m en forêt et 36 m en prairie (RINGLER *et al.*, 2014). Les distances parcourues par les rats marqués avec la RhB étaient notablement supérieures (2 à 5 fois plus élevées que les médianes des distances de déplacement quotidien) : la médiane était de 68 m pour les femelles et de 55 m pour les mâles. Compte tenu du temps écoulé

entre le début de l'appâtage RhB et le dernier jour de piégeage, les rats marqués ont parcouru ces distances en un à cinq jours, ce qui pourrait expliquer des distances plus longues dues à des durées de surveillance plus longues. Alternativement, la méthode par bobine, relativement légère et peu invasive, peut exercer une influence limitée sur le comportement des animaux en réduisant légèrement leurs mouvements ou en modifiant certaines interactions sociales. Les résultats obtenus n'ont toutefois révélé aucun changement majeur de l'activité locomotrice ou des comportements exploratoires. Ce qui suggère que l'effet de la bobine sur les mesures principales de l'étude est faible.

A partir du suivi des 37 individus portant de bobine, relâchés dans les champs de culture, il a été constaté que les rats peuvent effectuer une distance moyenne de 29,3 m en une journée. Cependant une distance journalière moyenne de 44,8 mètres a été mesurée par radio-pistage de huit individus suivis pendant au moins cinq jours chacun dans la forêt humide et dans le maquis en Nouvelle-Calédonie (ROUYS, 2008). Bien que les résultats de ces deux cas ne soient pas comparables étant donné que les nombres d'individus suivis diffèrent entre eux, ils semblent indiquer que chaque type d'habitat remplit les exigences écologiques de cette espèce. En effet, cette espèce qui possède une capacité d'adaptation élevée associée à son caractère envahissant, peut exploiter toutes les niches disponibles dans chaque type d'habitat sans se déplacer loin. Normalement, les activités agricoles effectuées par les paysans et le passage fréquent des animaux ou des prédateurs domestiques dans les champs de culture pourraient perturber les rats, entraînant ainsi leur mobilité élevée. Cependant, ces rats sont synanthropiques et remarquablement ubiquistes, capables de coloniser pratiquement tous les habitats naturels et anthropogéniques de Madagascar (SOARIMALALA & GOODMAN, 2011). La présence et les activités des humains, ainsi que les perturbations qu'ils occasionnent n'ont donc probablement pas une influence importante sur leur mode de vie, y compris leurs déplacements. En revanche, en Nouvelle Calédonie, les conditions écologiques locales, en particulier la disponibilité alimentaire pourraient ne pas répondre suffisamment à leurs besoins quotidiens, obligeant les rats à faire des déplacements plus importants pour les trouver. Par ailleurs, les habitats forestiers de l'île sont menacés par les activités anthropiques qui entraînent une réduction et une fragmentation de ces milieux, tels que les forêts humides et les maquis (ROUYS, 2008). Ces modifications du paysage créent une variabilité des ressources alimentaires, pouvant inciter les individus invasifs à étendre leur exploration de l'espace (BYERS *et al.*, 2019).

Détection et variation de mouvements des rats biomarqués dans les villages

Lors de la présente étude, le scannage avec la lampe à UV seulement a été appliquée pour détecter le biomarqueur RhB sur les animaux capturés. Cette méthode a permis de détecter une proportion importante

de *R. rattus* marqués (29,5 %). A part la zone faciale (bouche, narines et yeux) des animaux, la présence de la trace de la RhB s'observe aussi dans la zone vulvaire des femelles, en particulier pour celles qui sont gravides. L'incorporation de la RhB avec le liquide amniotique pourrait être à l'origine de cette fluorescence (SHAPIRO & WESSELY, 1988). Cette technique serait donc importante dans l'identification des femelles en début de gestation.

DUPLANTIER *et al.* (2011) et AWONIYI *et al.* (2021) ont réalisé des études de marquage des rats avec la RhB respectivement à Betafo-Antsirabe II (Madagascar) et à Salvador (Brésil). Dans ces travaux, la détection du biomarqueur a été effectuée par observation des vibrisses au microscope à fluorescence, avec des taux de positivité respectifs de 18,1 % de *R. rattus* et de 27,9 % de *R. norvegicus*. Dans la présente étude, le taux observé (29,5 %) est légèrement supérieur à ceux rapportés par ces auteurs. Le scannage à la lampe UV et l'observation des vibrisses au microscope à fluorescence, constituent des méthodes complémentaires, car un individu positif avec l'une peut apparaître négatif avec l'autre, et inversement.

L'effectif positif à la RhB, capturé dans les habitats à l'extérieur de villages est plus important par rapport à celui de l'intérieur des maisons et des zones péri-domestiques (Tableau 5). Ceci pourrait s'expliquer par l'emplacement des stations d'appâtage, qui sont toutes installées à l'extérieur. Les individus qui fréquentent ces zones auraient plus d'opportunités à consommer de biomarqueur que ceux des autres habitats. De plus, des traces de RhB ont été détectées sur des rats capturés à l'intérieur des maisons. Ceci indiquerait qu'il existe des mouvements de cette espèce entre ces habitats. Toutefois, ce taux de déplacement demeure faible et ne présente pas de variation significative selon la saison, le sexe ou le statut de maturité. Il serait possible qu'au cours des différentes saisons d'échantillonnage, la nourriture disponible dans les zones cibles est suffisante pour les besoins quotidiens de la plupart des individus marqués, limitant ainsi leur déplacement entre l'extérieur et l'intérieur des maisons. De plus les habitats à l'extérieur de villages sont généralement constitués d'une mosaïque de végétation qui leur serviraient des milieux de reproduction, de refuge contre les prédateurs et de quête de nourriture. Cette formation végétale importante dans les zones agricoles de villages permettrait aux individus de *R. rattus* de s'installer et d'assurer leur survie et celle de leurs progénitures. Dans les habitations, les rats semblent restreindre leurs déplacements en raison de la présence de prédateurs domestiques, notamment chiens et chats. En outre, comme quatre maisons autour de chaque station d'appâtage seulement étaient entourées de pièges au cours de chaque échantillonnage, réduisant le nombre d'animaux marqués capturés dans les zones d'habitations humaines. A partir de ces constatations, le contrôle de la population ou l'éradication devraient être menés davantage dans les champs que dans les maisons ou dans les deux à la fois pour que la lutte antimurine soit efficace. D'habitude, dans les villages ruraux à Madagascar, la lutte contre les rats, utilisant surtout des pièges comme les

tapettes et les nasses est effectuée dans les maisons et il n'y a pas ou peu de campagne de lutte contre ces animaux mais si chaque village fait des programmes collectifs répétitifs, cette stratégie pourrait aboutir à des résultats positifs, c'est-à-dire à une réduction de l'abondance de cette population et par la suite des dégâts qu'elle occasionne tels que le ravage des productions et la transmission des maladies.

Les déplacements des rats de la périphérie du village vers la zone péri-domestique ou de la maison variaient de 5 % (mars/avril) à 11 % (juillet/août) et 9 % (novembre/décembre). Ces proportions sont presque identiques aux estimations obtenues pendant l'étude de DUPLANTIER *et al.* (2011). Ils ont placé l'appât à RhB dans des haies de sisal à l'intérieur et autour des villages et ont détecté les signes de ce biomarqueur chez les animaux capturés un à trois mois plus tard. Durant leur étude, 5 % des animaux, ayant consommé la RhB étaient piégés à l'intérieur des maisons en avril-juillet, et 11 % en septembre-janvier. Il est intéressant de noter que l'étude de DUPLANTIER *et al.* portait également sur des villages où l'appât à RhB était posé à l'intérieur des maisons. Dans ce cas, le pourcentage des rats marqués et capturés dans les sisals (extérieur du village) était similaire (12 %) en septembre-janvier, mais beaucoup plus élevé (39 %) en avril-juillet. La période d'avril à juillet correspond au pic de la reproduction à l'intérieur des maisons (SCOBIE *et al.*, 2024). La majorité des individus marqués à la RhB dans les maisons ont ensuite été capturés à l'extérieur un à trois mois plus tard, ce qui suggère un mouvement d'émigration des jeunes nés dans les habitations vers les zones environnantes (RAHELINIRINA & DUPLANTIER, 1997). Ainsi, les données disponibles à ce jour suggèrent qu'une proportion relativement faible d'animaux (environ 10 %), présentant seulement une légère variation saisonnière, se déplace régulièrement entre les maisons ou zones péri-domestiques et d'autres habitats au sein du village et de sa périphérie immédiate. Puis après la reproduction, les jeunes individus peuvent émigrer en dehors des maisons. Ce pourcentage relativement faible de déplacements entre ces habitats suggère que les rats vivant à l'intérieur et autour des maisons ne sont pas obligés de se déplacer vers les habitats environnants pour trouver leurs besoins quotidiens, tandis que les rats vivant dans les zones environnantes n'utilisent pas fréquemment les zones péri-domestiques et les maisons pour satisfaire leurs besoins. De par ces informations, une différence entre les communautés de puces infestant les rats à l'intérieur et à l'extérieur des maisons pourrait s'observer. Les rats de la zone périphérique ne semblent pas fréquenter les habitations humaines ni leurs espaces péri-domestiques, probablement en raison de la concurrence exercée par les rats synanthropiques déjà établis dans ces milieux. Dans ces conditions, le contrôle des rats synanthropiques pourraient modifier cette dynamique en permettant l'installation d'individus issus des zones périphériques dans les habitations.

Le mouvement des rats au sein des zones agricoles pourrait établir un contact entre ces animaux et les cultivateurs ou les autres animaux domestiques tels que

les zébus ou les chiens qui les accompagnent, et ce contact pourrait véhiculer certaines maladies zoonotiques aux différents hôtes ou réservoirs (homme, animaux domestiques et rats). Le nettoyage des alentours des champs de culture serait indispensable pour éviter les dégâts causés par les rats sur la production. Cependant, s'il reste des endroits laissés à la jachère, ils peuvent leur servir de refuge et limitent leur déplacement vers les habitations humaines. Ces endroits constitueront également des stations de piégeage favorables dans le cadre d'un programme de lutte antimurine.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer que les deux méthodes appliquées pour comprendre les mouvements de *Rattus rattus* sont complémentaires. L'étendue du domaine vital et les aspects des mouvements de cette espèce entre les champs extérieurs de villages et les habitations humaines sont analysés. *Rattus rattus* présente un domaine vital d'une superficie moyenne de 230,8 m² aussi bien pour le mâle que pour la femelle et des mouvements notables entre les habitats extérieurs de villages et les habitations humaines. Bien que le test statistique n'ait pas révélé de différence significative entre les domaines vitaux en fonction de la saison et du sexe, les tailles d'effet élevées respectivement $\delta = 0,67$ et $\delta = 0,44$ suggèrent que les différences observées pourraient être biologiquement ou écologiquement importantes. Les mouvements de rats seraient principalement influencés par les caractéristiques des habitats. Ils arrivent à faire environ 29,3 m par jour et une variation de la distance parcourue par les deux sexes est observée ; les femelles se déplacent plus que les mâles, probablement en raison des besoins écologiques de ces dernières. Étant donné l'abondance plus importante de *R. rattus* dans les champs extérieurs de villages et leur faible taux de déplacement de l'extérieur vers les habitations humaines, des efforts de lutte contre cette espèce envahissante et nuisible dans cette première zone vers les saisons chaudes et pluvieuses et surtout durant la période de la réduction de la couverture végétale devraient être renforcés pour que le contrôle soit plus efficace.

Remerciements

Ce travail a été financé par UK Research and Innovation dans le cadre du programme Global Challenges Research Fund [MR/T029862/1], ainsi que par le National Institute for Health Research (NIHR) (utilisant le financement de l'Aide Publique au Développement (APD) du Royaume-Uni et Wellcome [219532/Z/19/Z] dans le cadre du partenariat NIHR-Wellcome pour la recherche en santé mondiale. A des fins d'accès libre, les auteurs ont appliqué une licence CC BY à toute version du manuscrit acceptée par l'auteur. Nous tenons à remercier la Direction des Aires Protégées, des Ressources Naturelles Renouvelables et des Ecosystèmes du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable de Madagascar qui a bien voulu délivrer les permis de recherche portant références : N°039/22/MEDD/SG/DGGE/DAPRNE/SCBE.Re du 09 mars 2022,

N°005/23/MEDD/SG/DGGE/DAPRNE/SCBE.Re du 06 janvier 2023, N°372/23/MEDD/SG/DGGE/DAPRNE / SCBE.Re du 14 novembre 2023 et N°031/25/ MEDD/SG/DGGE/DAPRNE/SCBE.Re du 13 février 2025 pour nous permettre de réaliser cette étude. Nos sincères remerciements vont à l'équipe de techniciens de laboratoire de l'Unité Peste de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) et les agents communautaires des villages cibles pour leur aide lors des missions de terrain. Nous tenons également à remercier l'équipe de l'Université d'Aberdeen pour les analyses de données.

Références

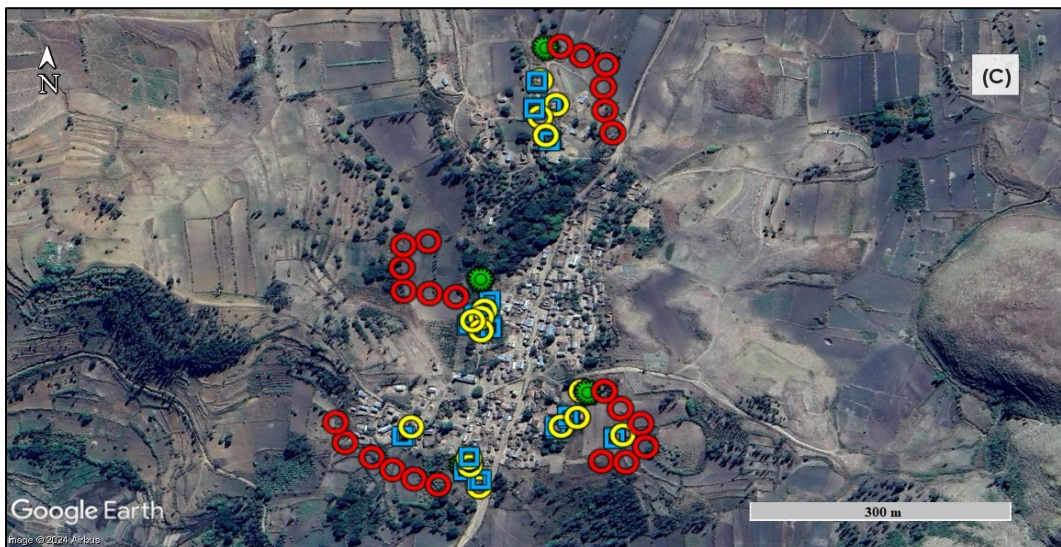
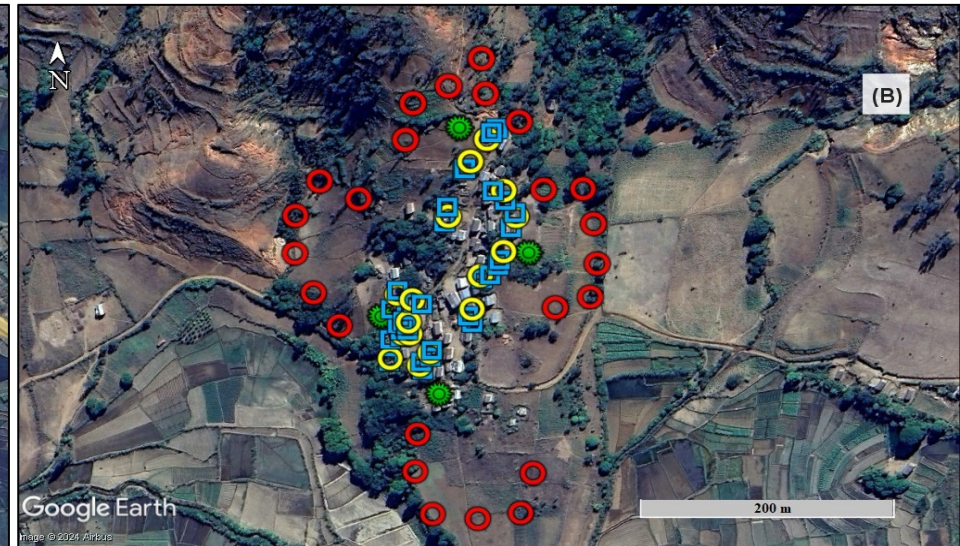
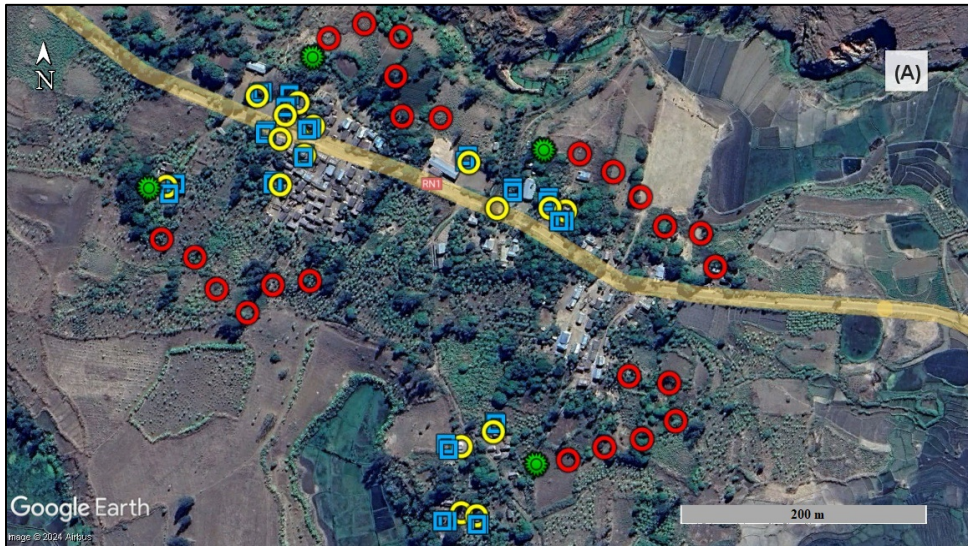
- ANDRIANAIVOARIMANANA, V., KREPPPEL, K., ELISSA, N., DUPLANTIER, J.-M., CARNIEL, E., RAJERISON, M. & JAMBOU, R. (2013).- Understanding the persistence of plague foci in Madagascar. *Plos Neglect. Trop. D.*, **7**, e2382.
- APLIN, K.P. BROWN, P.R., JACOB, J., KREBS, C.J. & SINGLETON, G.R. (2003).- Studies of movement. In *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra, Australia, **100**, 74-84.
- AWONIYI, A.M., SOUZA, F.N., ZEPPELINI, C.G., XAVIER, B.I.-A., BARRETO, A.M., SANTIAGO, D.C.-C., SANTANA, J.O., DA SILVA, E.M., COSTA, F., BEGON, M. & KHALIL, H. (2021).- Using Rhodamine B to assess the movement of small mammals in an urban slum. *Methods Ecol. Evol.*, **12**, 2234-2242.
- BROWN, P.R., TUAN, N.P. & BANKS, P.B. (2005).- Movements, habitat use and response of ricefield rats to removal in an intensive cropping system in Vietnam. *Belg. J. Zool.*, (**135**), 145-152.
- BYERS, K.A., LEE, M.J., PATRICK, D.M. & HIMSWORTH, C.G. (2019).- Rats About Town: A Systematic Review of Rat Movement in Urban Ecosystems. *Front. Ecol. Evol.* **7**, 13. doi: 10.3389/fevo.2019.00013.
- CHANTEAU. (2006).- *Atlas de la peste à Madagascar*. Institut de Recherche pour le Développement, Paris.
- CLIFF, N. (1993).- *Dominance statistics: Ordinal analyses to answer ordinal questions*. *Psychol. Bull.* **114**, 494-509.
- COX, M.P.G., DICKMAN, C.R. & COX, W.G. (2000).- Use of habitat by the black rat (*Rattus rattus*) at North Head, New South Wales: an observational and experimental study. *Austral Ecol.*, **25**, 375-385.
- DAMMHAHN, M., RANDRIAMORIA, T.M. & GOODMAN, S.M. (2017).- Broad and flexible stable isotope niches in invasive non-native *Rattus* spp, in anthropogenic and natural habitats of central eastern Madagascar. *BMC Ecol.*, **17**, 16. <https://doi.org/10.1186/s12898-017-0125-0>
- DIETRICH, M., WILKINSON, D.A., SOARIMALALA, V., GOODMAN, S.M., DELLAGI, K. & TORTOSA, P. (2014).- Diversification of an emerging pathogen in a biodiversity hotspot: *Leptospira* in endemic small mammals of Madagascar. *Mol. Ecol.*, **23(11)**, 2783-2796.
- DOWDING, J.E. & MURPHY, E.C. (1994).- Ecology of ship rats (*Rattus rattus*) in a kauri (*Agathis australis*) forest in Northland, New Zealand. *New Zealand. J. Ecol.* **18**, 19-28.
- DUPLANTIER, J.-M. & RAKOTONDRAVONY, D. (1999).- The rodent problem in Madagascar: Agricultural pest and threat to human health. In *Ecologically-based rodent management*. G. Singleton, L. Hinds, H. Leirs & Z. Zhang. ACIAR (eds.), Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra, Australia, **1999**, 441-459.
- DUPLANTIER, J.-M., BROUAT, C., RAHALISON, L., RAHELINIRINA, S., RAJERISON M., LAFFLY, D. & HANDSCHUMACHER, P. (2011).- La diffusion de la peste à Madagascar : importance des déplacements des hommes et des rats de l'échelle de l'habitat à celle du paysage ; détermination des facteurs de risque. Dans *Colloque bilan des projets financés dans le cadre du programme SEST 2006*. Agence Nationale de la Recherche Paris, 8 p. Colloque Santé-Environnement Santé-Travail, Paris, 2011/01/20-21.
- DUPLANTIER, J.-M., DUCHEMIN, J.B., CHANTEAU, S. & CARNIEL, E. (2005).- From the recent lessons of the Malagasy foci towards a global understanding of the factors involved in plague reemergence. *Vet. Res.*, **36(3)**, 437-53. <http://doi:10.1051/vetres:2005007>.
- FAO & PAM. (2013).- Mission FAO/PAM d'évaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar. <http://www.wfp.org/food-security/reports/CFSAM>.
- FAO, FIDA, UNICEF, PAM & OMS. (2021).- L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2021, Transformer les systèmes alimentaires pour la sécurité alimentaire, l'amélioration de la nutrition et des régimes alimentaires sains et abordables pour tous, Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>.
- FRY, T., BARANOWSKI, T., HUGHEY, B. & DUNBAR, M. (2009).- A Field-Test of Rhodamine B as a Biomarker in Raccoons. In *Wildlife Damage Management Conferences-Proceedings*. University of Nebraska, Nebraska, USA, 114. https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_wdmconfpr oc/114
- GHAWAR, W., PASCALIS, H., BETTAIEB, J., MELADE, J., GHARBI, A., SNOUSSI, M.-L., LAOUINI, D., GOODMAN, S.M., SALAH, A.-B. & DELLAGI, K. (2017).- Insight into the global evolution of Rodentia associated *Morbillirelated* paramyxoviruses. *Sci. Rep-uk*, **7**, 1974.
- GOODMAN, S.M. & SOARIMALALA, V. (2022).- Introduction to mammals. In *The new natural history of Madagascar*. Princeton University Press, Princeton, 1737-1769.
- HARPER, G.A. & RUTHERFORD, M. (2016).- Home range and population density of black rats (*Rattus rattus*) on a seabird island: a case for a marine subsidised effect. *New Zeal. J. Ecol.*, **40(2)**, 219-228. <https://doi.org/10.20417/nzjecol.40.25>.
- HOKKER, S. & INNES, J. (1995).- Ranging behavior of forest-dwelling ship rats, *Rattus rattus*, and effects





- of poisoning with brodifacoum. *New Zeal. J. Zool.*, **22**, 291-304.
- INNES, J.G., & SKIPWORTH, J.P. (1983).- Homeranges of ship rats in a small New Zealand forest as revealed by trapping and tracking. *New Zeal. J. Zool.*, **10**, 99-110.
- KEY, G.E. & WOODS, R.D. (1996).- Spool-and-line studies on the behavioral ecology of rats (*Rattus* spp.) in the Galapagos Islands. *Can. J. Zool.*, **74**, 733-737.
- KHOTPATHOOM, T., VU, T.T., BHUMPAKPHAN, N., SUKMASUANG, R., BUMRUNGSRI, S., (2020).- Using radiotelemetry to identify the home range and daily movement of a "living fossil": the Laotian rock rat (*Laonastes aenigmamus*). *Mamm. Biol.*, **100(4)**, 377-384. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00039-5>
- LOW, B.W., MILLS, H., ALGAR, D. & HAMILTON, N., (2013).- Home ranges of introduced rats on Christmas Island : A pilot study. *Ecol. Manag. Restor.*, **14**, 41-46.
- MOHR, K., LEIRS, H., KATAKWEBA, A., & MACHANG'U, R. (2007).- Monitoring rodent movements with a biomarker around introduction and feeding foci in an urban environment in Tanzania. *Afr. Zool.*, **42(2)**, 294-298.
- MONADJEM, A., MAHLABA, T.A., DLAMINI, N., EISEB, S.J., BELMAIN, S.R., MULUNGU, L.S. & TAYLOR, P.-J. (2011).- Impact of crop cycle on movement patterns of pest rodent species between fields and houses in Africa. *Wildlife res.*, **38(7)**, 603-609.
- PRYDE, M., DILKS, P. & FRASER I. (2005).-The home range of ship rats (*Rattus rattus*) in beech forest in the Eglinton Valley, Fiordland, New Zealand: A pilot study, *New Zeal. J. Zool.*, **(32)3**, 139-142. doi: 10.1080/03014223.2005.9518406
- R CORE TEAM. (2024).- R-A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- RAFANOMEZANA. (1997).- Dynamique de population et reproduction des rats dans différents biotopes de Madagascar. *Dans W. Zehrer & S. Rafanomezana* (eds.). Actes du symposium national sur les rongeurs et la lutte antimurine. Département de la Protection des Végétaux /Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-German Technical Cooperation, Antananarivo: 37-57.
- RAHELINIRINA, S. & DUPLANTIER, J.-M. (1997).- Suivi mensuel de la dynamique des populations de rats noirs (*Rattus rattus*) dans les foyers de peste de la région de Mandoto. *Dans W. Zehrer & S. Rafanomezana* (eds.). Actes du symposium national sur les rongeurs et la lutte antimurine. Département de la Protection des Végétaux /Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-German Technical Cooperation, Antananarivo: 91-108.
- RAHELINIRINA, S., DUPLANTIER, J.-M., RATSIMBA, M., RATOVOVONJATO, J., RAMILIJONA, O., PAPILLON, Y. & RAHALISON, L. (2009).- Assessment of Rhodamine B for labelling the plague reservoir *Rattus rattus* in Madagascar. *Afr. J. Ecol.*, **48**, 662-666.
- RAHELINIRINA, S., DUPLANTIER, J.-M., RATOVOVONJATO, J., RAMILIJONA, O., RATSIMBA, M., & RAHALISON, L. (2010).- Study on the movement of *Rattus rattus* and evaluation of the plagues dispersion in Madagascar, *Vector-Borne Zoonot.*, **10**, 77-84.
- RAKOTOARISOA, F.E., RAJEMISON, B., TAHINARIVONY, J.A., SOARIMALALA, V., TORTOSA, P. & GOODMAN, S.M. (2022).- The first nest description of *Eliurus majori* (Rodentia: Nesomyidae), an endemic Malagasy rodent. *Malagasy Nature*, **16**, 146-149.
- RAKOTONDRAVONY, A.D.S. (1992).- Etude comparé de trois rongeurs des milieux malgaches : *Rattus norvegicus* Berkenhout (1769), *Rattus rattus* Linné (1757) et *Eliurus* sp., biologie et dynamique des populations. Thèse de Doctorat, Sciences Biologiques Appliquées, Ecologie Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- RANDREMANANA, R., ANDRIANAIVOARIMANANA, V., NIKOLAY, B., RAMASINDRAZANA, B., PAIREAU, J., TEN BOSCH, Q.A., RAKOTONDRAVONY, J.M., RAHAJANDRAIBE, S., RAHELINIRINA, S., RAKOTOMANANA, F., RAKOTOARIMANANA, F.M., RANDRIAMAMPIONONA, L.B., RAZAFIMBIA, V., RANDRIA M.J., RABERAHONA, M., MIKATY, G., LE GUERN, A.S., RAKOTONJANABELO, L.A., NDIAYE, C.F., RASOLOFO, V., BERTHERAT, E., RATSITORAHINA, M., CAUCHEMEZ, S., BARIL, L., SPIEGEL, A. & RAJERISON, M.(2017).- Epidemiological characteristics of an urban plague epidemic in Madagascar, August-November, 2017: an outbreak report. *The lancet infectious disease*, **2019(19)**, 537-545.
- RASAMOELINA, G., RASAMOEL, M., RAKOTOVAO, J.M. & RAFANOMEZANA, S. (1997).- Résultats d'une évaluation des dégâts de rats sur le riz irrigué de Madagascar pendant la saison 1996-1997. *Dans W. Zehrer & S. Rafanomezana*, (eds.). Actes du symposium national sur les rongeurs et la lutte antimurine. Département de la Protection des Végétaux /Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-German Technical Cooperation, Antananarivo: 119-125.
- RASOLOZAKA, I.N. (1998).- Biologie et migration des rats dans les polycultures de la côte est. *Dans W, Zehrer et S, Rafanomezana* (eds.). Rongeurs et lutte antimurine à Madagascar : promotion de la protection intégrée des cultures et des denrées stockées à Madagascar Département de la Protection des Végétaux et Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – Allemagne : 59-67.
- RATSIMANOSIKA, L.A.N. (1995).- Contribution à l'étude des muridés ravageurs des cultures : *Rattus rattus*, Linne (1758) dans les cocoteraies de la Soavoanio a Sambava (Dynamique des populations – évaluation des dégâts – Comparaison des méthodes de lutte). Mémoire pour de Diplôme d'Etude Approfondie, Sciences Biologiques Appliquées, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

- REYNES, J.M., RAZAFINDRALAMBO, N.K., LACOSTE, V., OLIVE, M.M., BARIVÉLO, T.A., SOARIMALALA, V., HERAUD, J.M. & LAVERGNE, A. (2013).- Anjozorobe hantavirus, a new genetic variant of Thailand virus detected in rodents from Madagascar. *Vector-Borne Zoonot*, **14(3)**, 212-219.
- RINGLER, D., RUSSELL, J., JAEGER, A., PINET, P., BASTIEN, M. & LE CORRE, M. (2014).- Invasive rat space use on tropical islands: Implications for bait broadcast. *Basic Appl. Ecol.*, **15**, 179-186.
- ROUYS, S. (2008).- Ecologie des rats et leur impact sur le cagou et la perruche à front rouge en forêt humide et dans le maquis de Nouvelle-Calédonie. Thèse de doctorat, Biologie des populations, Université de la Nouvelle-Calédonie, Noumea.
- SCOBIE, K., RAHELINIRINA, S., SOARIMALALA, V., ANDRIAMIARIMANANA, F.M., RAHAINGOSOAMAMITIANA, C. RANDRIAMORIA, T., RAHAJANDRAIBE, S., LAMBIN, X., RAJERISON, M. & TELFER, S. (2024).- Reproductive ecology of the black rat (*Rattus rattus*) in Madagascar : the influence of density-dependent and -independent effects. *Integr. Zool.* **19**, 66-86. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12750>
- SHAPIRO, S.H. & WESSELY, Z. (1988).- Rhodamine B fluorescence as a stain for amniotic fluid squames in maternal pulmonary embolism and fetal lungs. *Ann Clin Lab Sci.*, **18(6)**, 451-454.
- SIKES, R.B. and THE ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE OF THE AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGISTS. (2016).- Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of Mammalogy*, **97**, 663-688.
- SOARIMALALA, V. & GOODMAN, S.M. (2011).- *Les petits mammifères de Madagascar*, Association Vahatra, Antananarivo.
- SOARIMALALA, V., RANDRIAMANANA, J.P., RAZAFINDRAMASY, O.G., ONINJATOVO, R.H., RAZAKAFAMANTANANTSOA, A., RANDRIANARISATA, M.D.M. BENJAMINA, G.S. RAHARINIRINA, D., JAO, N.M., RAHARISOA, D.M., RAKOTOVAO, F., RAFANOHARANA, J. & GOODMAN, S.M. (2019).- Les rats dans le monde rural du Centre-est et du Centre-sud de Madagascar : dommages causés et systèmes de contrôle. *Malagasy Nature*, **13**, 125-151.
- TOLLENAERE, C., RAHALISON, L., RANJALAHY, M., DUPLANTIER, J.-M., RAHELINIRINA, S., TEFLER, S. & BROUAT, C. (2010).- Susceptibility to *Yersinia pestis* experimental infection in wild *Rattus rattus*, reservoir of plague in Madagascar. *Ecohealth*, **7**, 242-247.
- WILKINSON, D.A., MÉLADE, J., DIETRICH, M., RAMASINDRAZANA, R., SOARIMALALA, V., LAGADEC, E., LE MINTER, G., TORTOSA, P., HERAUD, J.M., DE LAMBALLERIE, X., GOODMAN, S.M., DELLAGI, K. & PASCALIS, H. (2014).- Highly diverse morbillivirus-related paramyxoviruses in wild fauna of the southwestern Indian Ocean Islands: Evidence of exchange between introduced and endemic small mammals. *J. Virol.*, **88(15)**, 8268-8277.

Annexe 1

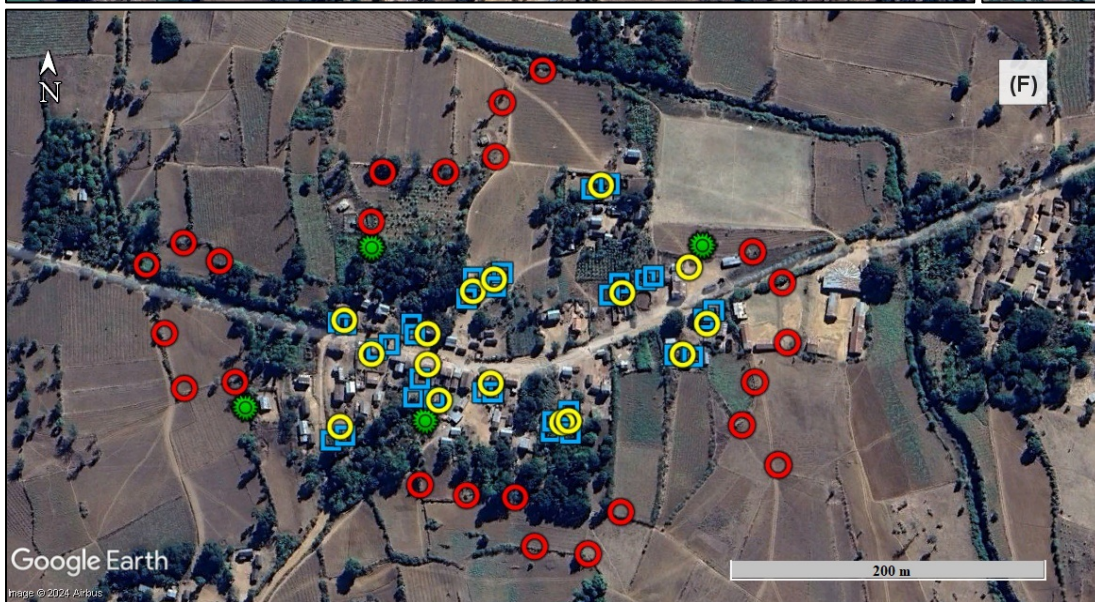
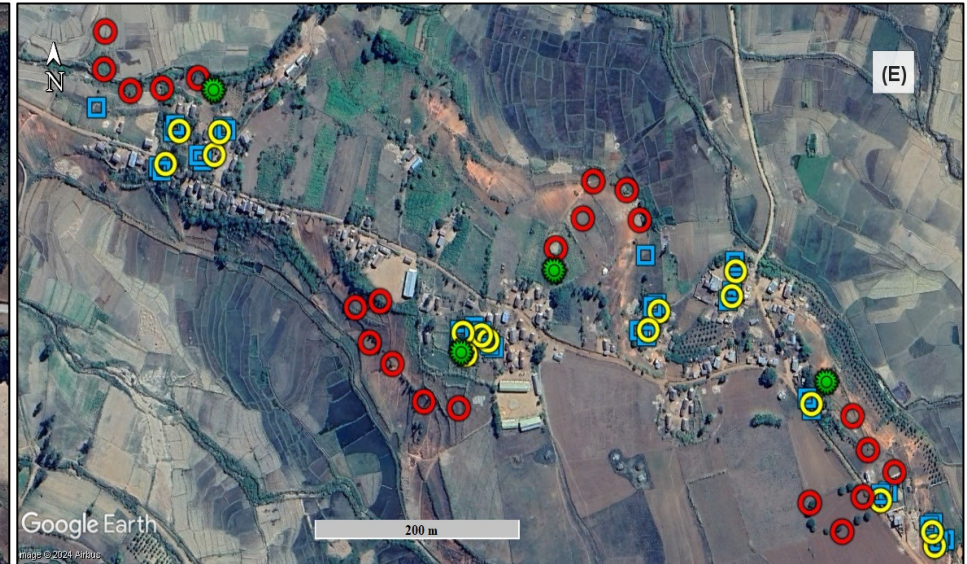
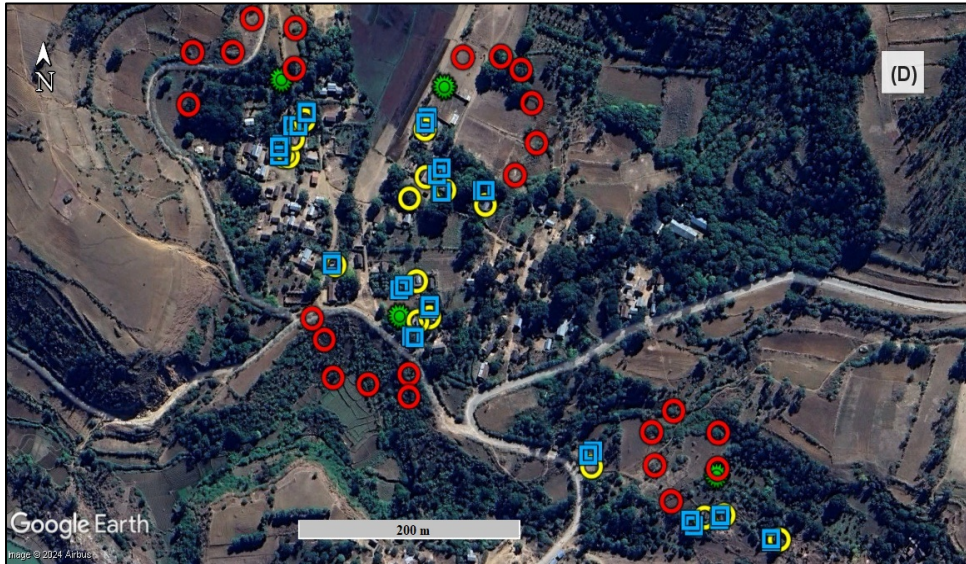
Cartes montrant les emplacements de pièges et de stations d'appâtage RhB dans les neuf villages
Maps showing the traps and RhB bait stations location in the nine villages



Légende	
	Point de capture à l'extérieur de la maison
	Point de capture à l'extérieur du village
	Point de capture à l'intérieur de la maison
	Station d'appâtage RhB

(A) Ambalavato, (B) Ambohijatovo et (C) Ambatomenaloha
(A) Ambalavato village, (B) Ambohijatovo village and (C) Ambatomenaloha village

Annexe 1 (suite 1)

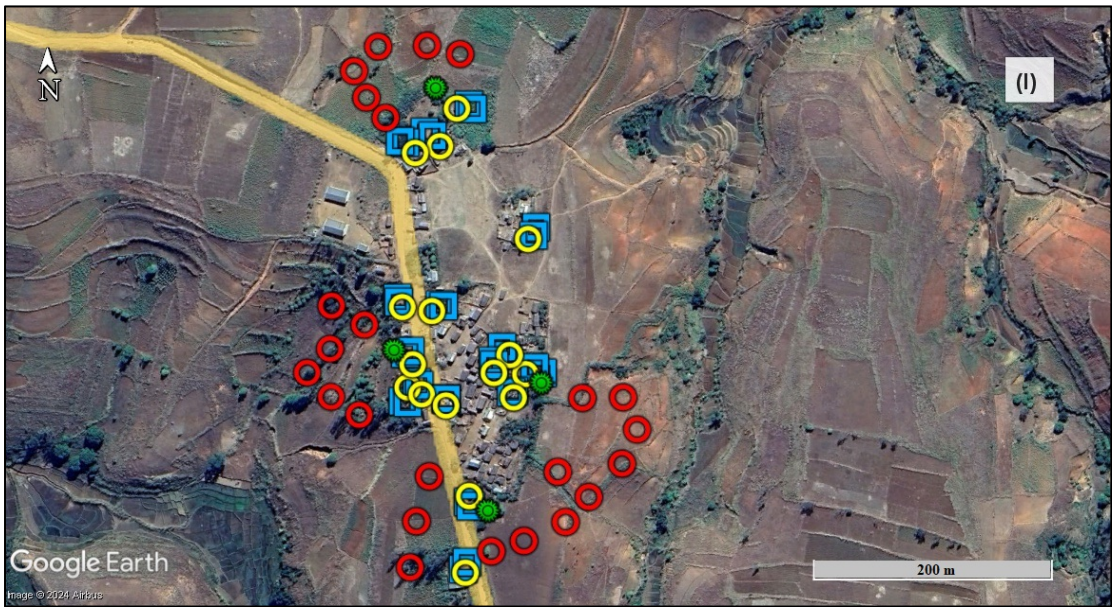
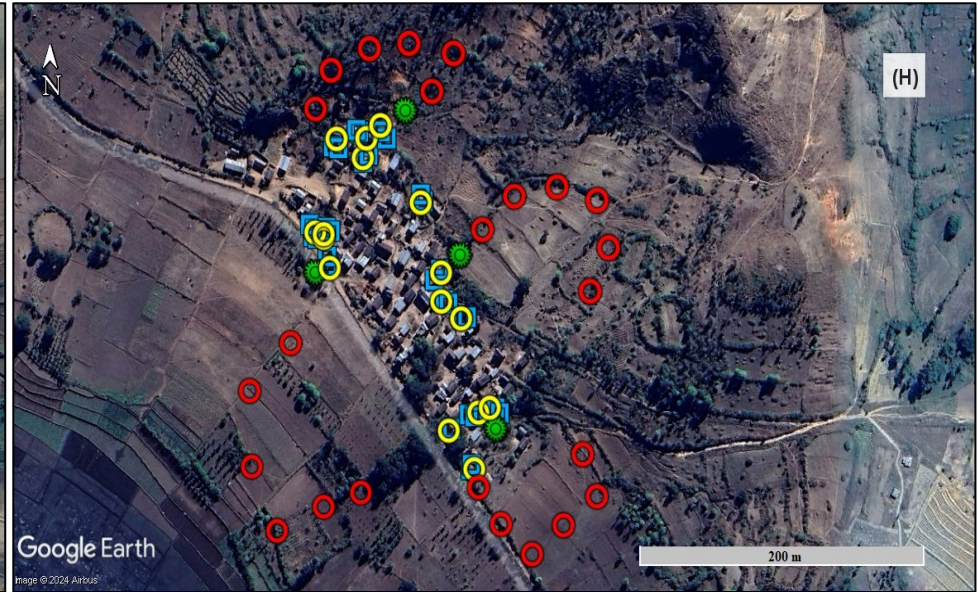
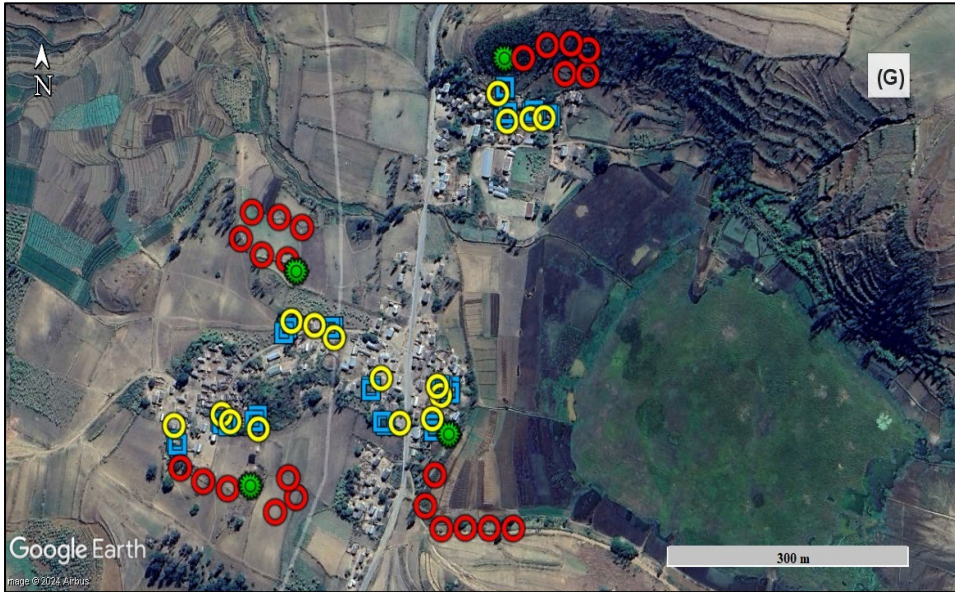






Légende

- Point de capture à l'extérieur de la maison
- Point de capture à l'extérieur du village
- Point de capture à l'intérieur de la maison
- Station d'appâtage RhB

(D) Amparihy, (E) Antanetibe et (F) Ambatomitsangana
(D) Amparihy village, (E) Antanetibe village and (F) Ambatomitsangana village

Annexe 1 (suite 2)



Légende	
	Point de capture à l'extérieur de la maison
	Point de capture à l'extérieur du village
	Point de capture à l'intérieur de la maison
	Station d'appâtage RhB

(G) Bengitsy, (H) Mangabe et (I) Soanafindra
(G) Bengitsy village, (H) Mangabe village and (I) Soanafindra village

Annexe 2

Informations concernant les 45 *Rattus rattus* à bobine suivis
Information on 45 Rattus rattus with spool monitored

Saison	Code d'individu	Sexe	Poids (g)	Couleur du fil	Période de suivi
sèche	A	mâle	125	bleu	01-02/09/2022
	B	mâle	93	rose	01/03/2022
	C	mâle	111	rouge	01/09/2022
	E	femelle	90	rose	01-02/09/2022
	F	mâle	143	blanc	02/09/2022
	G	femelle	90	bleu	03-04/09/2022
	H	mâle	90	blanc	03/09/2022
	J	femelle	129	rouge	03/09/2022
	M	femelle	92	rouge	03/09/2022
	N	femelle	102	bleu	03/09/2022
	O	femelle	120	jaune	03/09/2022
	P	mâle	111	blanc	03/09/2022
	R	mâle	135	rouge	05-06/09/2022
	S	femelle	130	rose	05/09/2022
	T	mâle	91	jaune	05/09/2022
	V	femelle	90	rose	05/09/2022
W	mâle	90	bleu	05/09/2022	
X	femelle	91	blanc	05/09/2022	
humide	AA	mâle	100	rouge	23/02/2023
	BB	mâle	154	jaune	23/03/2023
	CC	mâle	124	bleu	23-24/02/2023
	DD	mâle	118	jaune	23-24/02/2023
	EE	femelle	120	bleu	23/02/2023
	FF	femelle	102	blanc	23-24/02/2023
	GG	mâle	136	rouge	25/02/2023
	HH	mâle	132	rose	25/02/2023
	II	mâle	174	blanc	25/02/2023
	JJ	femelle	110	jaune	25/02/2023
	KK	mâle	150	rose	25/02/2023
	LL	femelle	120	jaune	24-26/02/23
	NN	femelle	114	jaune	25-26/02/2023
	OO	femelle	118	jaune	27/02/2023
	PP	femelle	120	bleu	27/02/2023
	RR	mâle	152	blanc	27/02/2023
	SS	mâle	104	blanc	27-28/02/2023
	TT	femelle	126	jaune	27/02/2023
UU	femelle	140	bleu	28/02/2023	

Annexe 3

Cartes montrant les domaines vitaux des dix *Rattus rattus* à bobine, suivis pendant deux jours dans les six villages
 Maps showing the home ranges of ten *Rattus rattus* followed with spooling line over two days



Ambohitrakoho (Ambohitrakoho village)



Bengitsy (Bengitsy village)



Soanafindra (Soanafindra village)

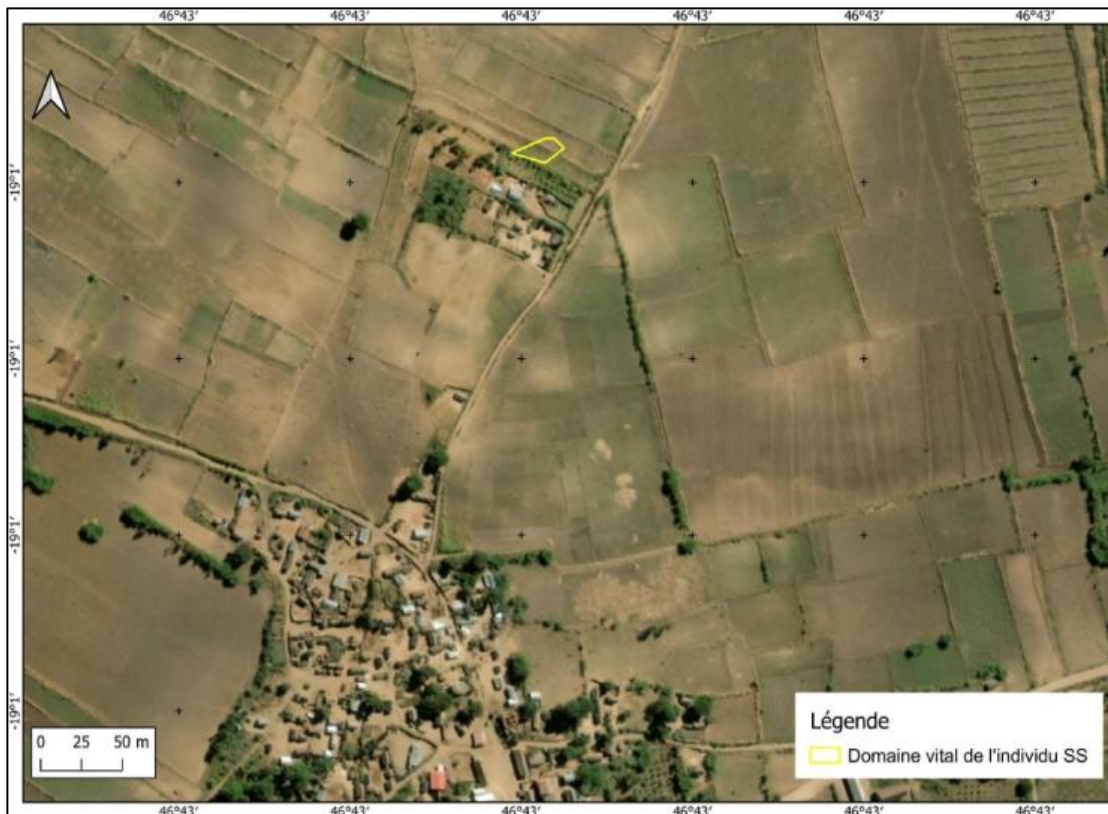


Ambohitaratelo (Ambohitaratelo village)

Annexe 3 (suite)



Amparihy (*Amparihy village*)



Mahiatrondro ambony (*Mahiatrondro ambony village*)

Annexe 4

Taux de capture de *Rattus rattus* marqué en fonction de la saison

Capture rate of Rhodamine-marked animals by season

Saison	Total des individus capturés	Positif à la RhB	Négatif à la RhB
chaude-pluvieuse	171	32 (18,7 %)	139 (81,3 %)
fin-chaude-pluvieuse	314	93 (29,6 %)	221 (70,4 %)
froide-sèche	238	88 (37,0 %)	150 (63,0 %)
Total général	723	213 (29,5 %)	510 (70,5 %)