
DYNAMIQUE DE LA POPULATION DE *MYZOPODA AURITA*

II. INTRODUCTION

Malgré les nombreuses études déjà effectuées sur *Myzopoda aurita*, entre autres l'écologie relative à l'utilisation de « bemavo » comme gîte diurne (Schliemann et Maas, 1978 ; Schliemann et Goodman, 2003 ; Ralisata *et al.*, 2010), le régime alimentaire (Göpfert et Wasserthal, 1995 ; Ramasindrazana *et al.*, 2009), la structure et la fonction de l'organe adhésif (Riskin et Racey, 2009 ; Schliemann et Goodman, 2011), le domaine vital (Ralisata *et al.*, 2010) et la génétique de la population (Russell *et al.*, 2008), les informations sur l'écologie de la population restent lacunaires. Très peu d'information sur la taille de la population de *Myzopoda aurita* est disponibles. Russell et ses collaborateurs (2008) ont estimé la taille effective de la population de *Myzopoda aurita* entre 100 054 et 132 742 individus. Cependant, elle est rarement capturée en grand nombre (Russ *et al.*, 2001 ; Jenkins *et al.*, 2008). La présente étude se focalise sur l'aspect démographique de cette espèce de chauves-souris à Kianjavato. L'objectif principal de cette étude est alors d'estimer la taille de la population, il est décliné en trois objectifs spécifiques suivant :

- Connaître la réaction de l'animal face aux effets de captures répétées ;
- Estimer la taille de la population au niveau du site d'étude ;
- Déterminer le taux de survie annuel de cette espèce.

Les hypothèses suivantes sont à démontrer à l'issue de cette étude :

- *Myzopoda aurita* est indifférente aux captures répétées quant à son comportement ;
- La taille de la population de *Myzopoda aurita* n'est pas large vis-à-vis de la surface du domaine vital ;
- *Myzopoda aurita* a un taux de survie annuel élevé.

III. METHODOLOGIE

II.1. Capture-Marquage-Recapture

L'objectif est de capturer le maximum d'individus afin d'estimer la taille de la population. La méthode capture-marquage-recapture consiste à procéder à des sessions

répétitives de capture, de marquer tous les individus avant de les relâcher au crépuscule au niveau de l'emplacement de capture. Aucun individu n'est alors compté plus d'une seule fois en se basant au marquage. La session s'est déroulée durant six périodes : octobre-novembre 2009, février-mars 2010, juillet-août 2010, octobre-novembre 2010, février-mars 2011 et juillet-août 2011. Deux méthodes complémentaires de capture ont été utilisées et suit le même protocole qu'au cours du précédent chapitre. La première est la capture au filet japonais. Elle est effectuée toutes les nuits de 18 heures à 21 heures. Quatre à cinq filets de 6, 9 et 12 m sont montés avec une hauteur de 3 m sur des larges pistes pour maximiser la prise des chauves-souris au niveau de la zone d'étude. La deuxième est la capture au niveau des dortoirs durant la journée avec le grand sac en tissu. Cette technique est active en utilisant un grand sac en tissu (Figure 19).

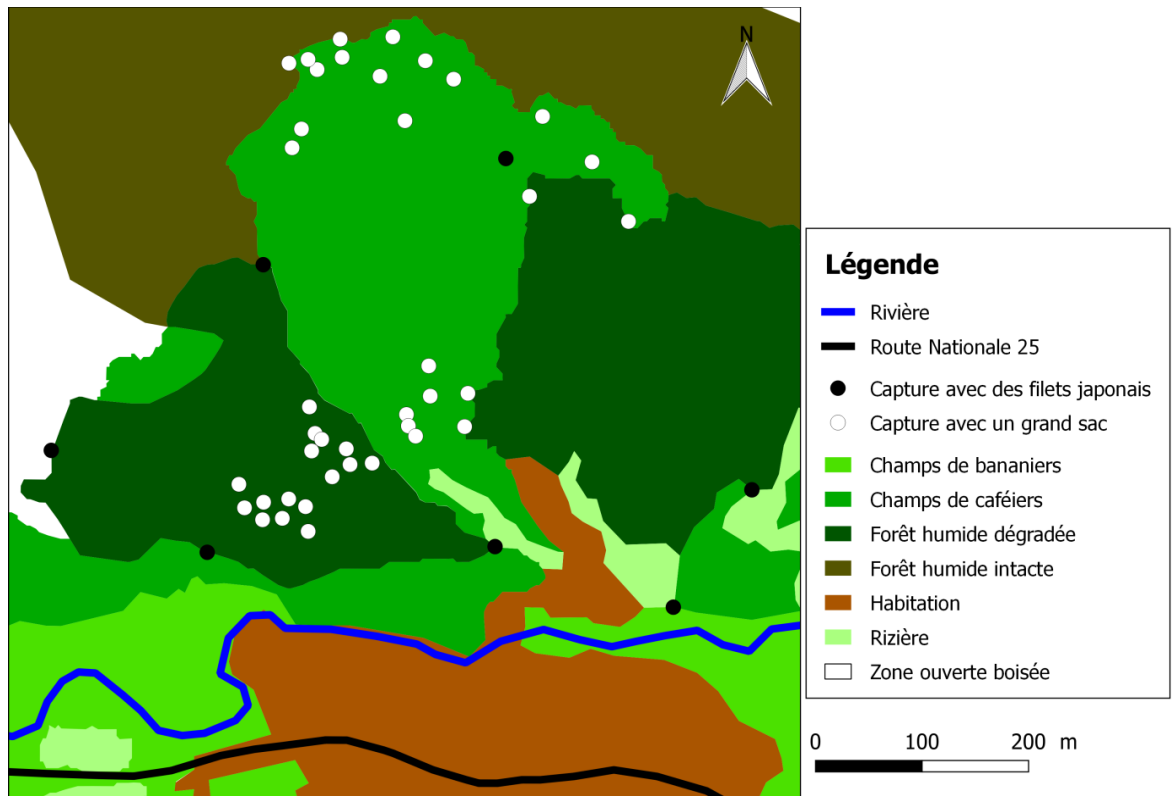


Figure 19 : Localisation des lieux de captures de *Myzopoda aurita*.

La technique de marquage permet d'identifier chaque individu afin de le reconnaître lors de la recapture. Cette technique permet d'estimer la taille de la population et du taux de survie annuel d'une espèce (Leigh et Handley, 1991 ; Hoyle *et al.*, 2001 ; Young, 2001 ; O'Donnell, 2002, 2009), de déterminer le niveau de fidélité de l'espèce pour les gîtes (Lewis, 1995 ; Kunz et Lumsden, 2003 ; Zubaid *et al.*, 2006), de la

migration (Barclay et Bell, 1988), et de la relation entre les individus (Bradbury, 1977 ; McCracken et Wilkinson, 2000 ; Zubaid *et al.*, 2006).

Plusieurs techniques sont disponibles pour le marquage à long terme, il y a entre autres l'anneau en plastique ou en métal, PIT (Passive Integrated Transponder) (Stebbings, 2004). Durant cette étude, l'anneau métallique (Porzana Ltd., Wetland-Trust, UK) a été utilisé. L'anneau est fixé sur l'avant-bras de l'animal (Figure 20). Chaque anneau a un numéro unique pour l'identification de chaque animal capturé. Ce type de marquage est le plus utilisé et peut durer longtemps. Cependant, l'anneau peut endommager le patagium s'il n'est pas correctement posé (Dietz *et al.*, 2006 ; Kunz et Weise, 2009). Ainsi, la pose de l'anneau sur l'avant-bras ne doit pas être trop serrée pour éviter la déchirure du patagium.

Estimation de la taille et de survie de la population

Les données obtenues à partir des sessions de capture sont traduites sous forme de base de données sur un tableur Excel. Les informations en rapport direct avec la capture et la recapture seront analysées avec le Programme MARK afin d'estimer la taille de la population et son taux de survie annuel (White et Burnham, 1999 ; Lettink et Armstrong, 2003 ; Pryde, 2003).



Figure 20 : *Myzopoda aurita* marqué avec l'anneau métallique (cliché par M. Ralisata).

Le Program MARK dispose de plusieurs modèles d'analyse de population, cependant pour la présente étude, le modèle compatible aux populations ouvertes est adopté, car il respecte les conditions suivantes (Pledger *et al.*, 2003) :

- La naissance ou le décès et l'immigration ou l'émigration surviennent tout au long de l'échantillonnage ;
- Chaque animal a la même chance d'être capturé durant la première capture ;
- Le marquage ne doit pas affecter la probabilité de recapture de chaque animal ;
- Chaque échantillonnage doit être aléatoire ;
- Les marques ne doivent être ni perdues ni oubliées durant l'échantillonnage et sont correctement enregistrées ;
- Chaque recapture doit être rapportée lors des sessions de capture.

La clé de la théorie de la population ouverte est d'estimer le taux de survie annuel (ϕ) et la probabilité de capture (p). Une fois la probabilité de capture connue, la taille des populations pour chaque occasion de capture (notée i) peut être estimée par l'équation (White et Burnham, 1999) :

$$\hat{N}_i = \frac{n_i}{\hat{p}_i}$$

Où :

$\hat{N}_i$: Taille de la population pour l'occasion de capture i ;

n_i : Nombre d'animaux capturés pour l'occasion i ;

$\hat{p}_i$: Probabilité de capture pour l'occasion i .

Les individus marqués, lors de la première occasion de capture, seront suivis tout au long de leur vie à travers plusieurs occasions de recapture. A chacune des occasions de capture, la présence et l'absence de chaque individu sont notés. L'absence peut signifier deux choses : soit la non-capture de l'individu, soit sa mort, en sachant, qu'il faut au moins deux occasions de recapture pour estimer les taux de survie annuel.

D'une manière générale, le taux de survie annuel ϕ_i peut être estimé par l'équation

$$\phi_i = S_i(1-E_i)$$

suivante (Lettink et Armstrong, 2003; Pryde, 2003; White et Burnham, 1999) :

Où :

ϕ_i : Taux de survie annuel ;

S_i : probabilité de survivre entre deux occasions de capture ;

E_i : probabilité d'émigrer de l'aire étudiée.

Six modèles compatibles avec l'analyse de la population ouverte ont été testés pour estimer la taille de la population et le taux de survie annuel. Le choix du modèle approprié est basé selon leur adaptation avec les différentes grandeurs utilisées en modélisation comme l'AIC (Akaike Information Criterion). Cooch et White (2009), suggèrent que le modèle qui a la plus faible valeur d'AIC est le meilleur. Le tableau 3

montre les différents modèles analysés. Pour pallier à l'ambiguïté dans le choix des modèles, MARK donne aussi une autre grandeur qui est le facteur de pondération d'AICc "AICc Weight" pour chaque modèle lancé ; cette grandeur donne la proportion des données qui soutient un modèle donné.

Tableau 3 : Caractéristique de chaque modèle analysé avec le Programme MARK pour les populations ouvertes.

Modèles	Notation sur MARK	Signification
Modèle 1	$\{\phi(t), p(t), \text{pent}(.), N\}$	Le taux de survie et la probabilité de recapture varient au fil du temps et la probabilité d'entrée est constante.
Modèle 2	$\{\phi(t), p(.), \text{pent}(.), N\}$	Le taux de survie varie au fil du temps, les probabilités de recapture et d'entrée sont constantes.
Modèle 3	$\{\phi(t), p(t), \text{pent}(t), N\}$	Le taux de survie et la probabilité de recapture ainsi que la probabilité d'entrée varient au fil du temps.
Modèle 4	$\{\phi(t), p(.), \text{pent}(t), N\}$	Le taux de survie et la probabilité d'entrée varient au fil du temps, la probabilité de recapture est constante.
Modèle 5	$\{\phi(.), p(.), \text{pent}(.), N\}$	Le taux de survie et la probabilité de recapture ainsi que la probabilité d'entrée sont constants.
Modèle 6	$\{\phi(.), p(.), \text{pent}(t), N\}$	Le taux de survie et la probabilité de recapture sont constants, la probabilité d'entrée varie au fil du temps.

- ϕ : taux de survie de la population étudiée ;
- p : probabilité de recapture pour chaque individu ;
- pent : probabilité d'entrée au niveau de la population étudiée ;
- N : taille de la population étudiée, son estimation constitue l'essentiel de cette étude.

IV. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Effet des captures répétées

Le nombre cumulatif de nouveaux individus capturés augmente progressivement et forme une asymptote à la fin de juillet-août 2011. Le nombre cumulatif de nouveaux individus capturés est de sept individus pour la première session de capture, puis 15, 16 jusqu'à 268 individus à la dernière session de capture (Figure 21). Ceci suggère que la majorité des individus au niveau de la zone d'étude sont capturées. Le taux de recapture augmente de plus en plus d'une manière significative. Il semble alors que les captures multiples et le marquage des individus n'ont aucun effet négatif sur le

comportement de *Myzopoda aurita*. D'ailleurs, il y a une différence significative entre le nombre cumulé des nouveaux individus capturés et ceux recapturés (Test Kolmogorov-Smirnov $p = 0,001$). Ce qui fait que l'hypothèse sur l'indifférence de cette espèce aux captures répétées quant à son comportement est vérifiée.

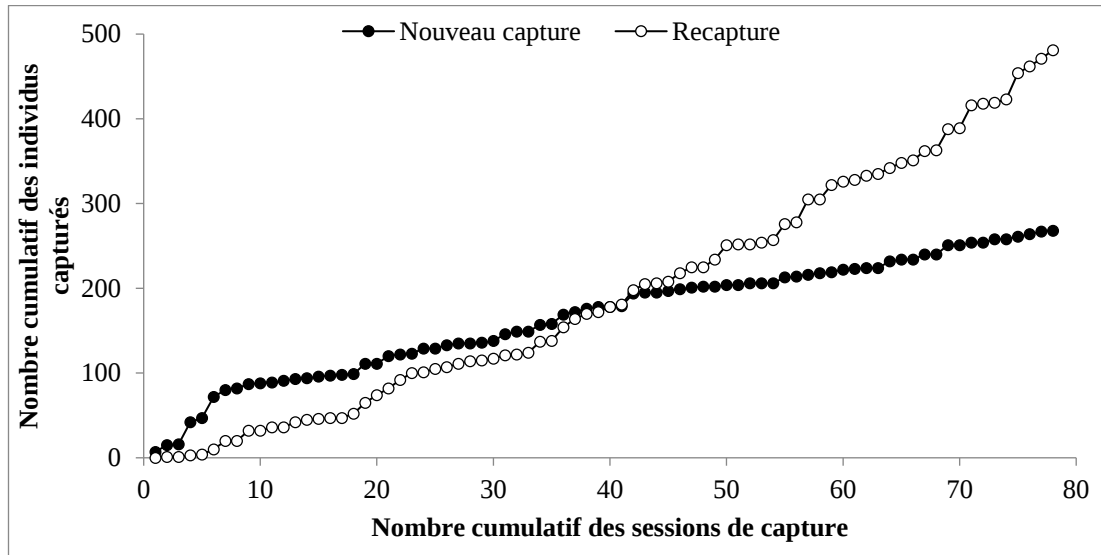


Figure 21 : Courbe cumulative des individus capturés et recapturés.

Il y a une corrélation positive (Figure 22) entre le nombre cumulé d'individus recapturés et le nombre cumulé d'individus capturés (Corrélation de Spearman $\rho = 0,991$, $p < 0,0001$). Cette constatation suppose que les individus sont fidèles à leur zone d'occupation ou territoire. Elle renforce aussi l'observation de tout à l'heure sur leur non susceptibilité vis-à-vis des captures répétitives.

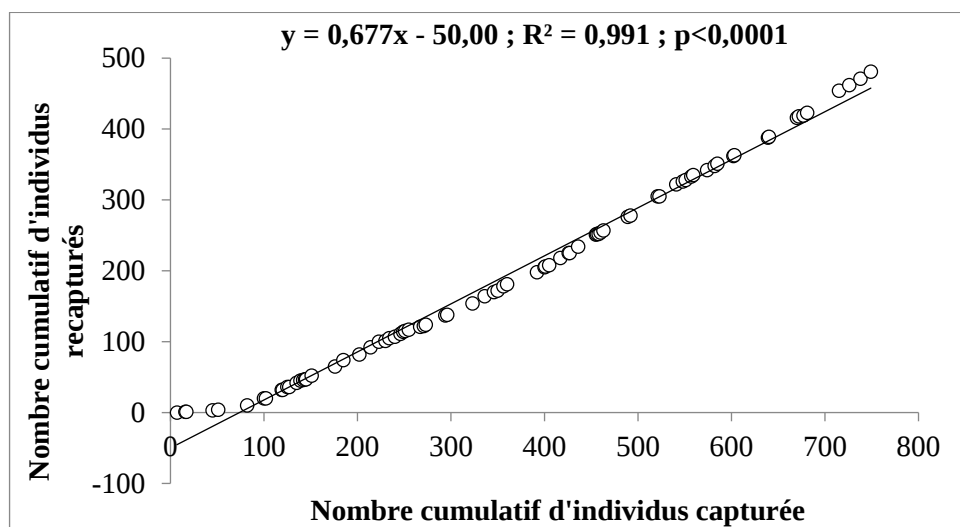


Figure 22 : Corrélation entre le nombre cumulé d'individus recapturés et le nombre d'individus capturés.

III.2. Estimation de la taille et de survie de la population

La taille de la population de *Myzopoda aurita* correspond au nombre total des individus recensés dans le site au cours des six périodes. Les modèles les plus fiables pour l'analyse de la taille de la population sont ceux qui ont la plus petite valeur d'AIC_c. Parmi les modèles analysés deux modèles ont été choisis { $\phi(t)$, $p(t)$, $\text{pent}(\cdot)$, N } (AIC_c = 969,4) et { $\phi(t)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(\cdot)$, N } (AIC_c = 974,4). Le tableau 4 illustre le classement permettant de choisir le modèle qui explique le mieux la distribution des données dans les résultats de capture et recapture.

Tableau 4 : Les différents modèles testés pour l'analyse des données sur la population ouverte.

Modèle	AIC _c	Delta AIC _c	AIC _c weights	Model likelihood	Num. Par	Deviance
{ $\phi(t)$, $p(t)$, $\text{pent}(\cdot)$, N }	969,4	0	0,9	1	13	0
{ $\phi(t)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(\cdot)$, N }	974,4	5,1	0,1	0,1	8	0
{ $\phi(t)$, $p(t)$, $\text{pent}(t)$, N }	128508,3	127538,9	0	0	16	126776,9
{ $\phi(t)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(t)$, N }	128599,7	127630,3	0	0	12	126876,9
{ $\phi(\cdot)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(\cdot)$, N }	128622,4	127652,9	0	0	4	126916,1
{ $\phi(\cdot)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(t)$, N }	128630,6	127661,2	0	0	8	126916,1

III.2.1.1. Modèle 1 : [$\phi(t)$, $p(t)$, $\text{pent}(\cdot)$, N]

L'analyse de ce modèle a donné une estimation de la taille de la population de *Myzopoda aurita* à 339 ± 12 individus. Cette estimation est faible par rapport à la surface du domaine vital de *Myzopoda aurita* qui est de 306 ha. Le nombre minimal d'individus pour cette population est de 316 et le maximal de 364. Pour chaque période, l'estimation de la taille de la population varie entre 119 ± 8 à 158 ± 13 individus. La population montre un accroissement au niveau de la quatrième période, puis diminue progressivement. Le nombre d'entrée, c'est-à-dire, naissance et immigration au niveau de la population varie de 35 ± 4 à 43 ± 5 individus, avec une probabilité entrée de 11 % (Figure 23).

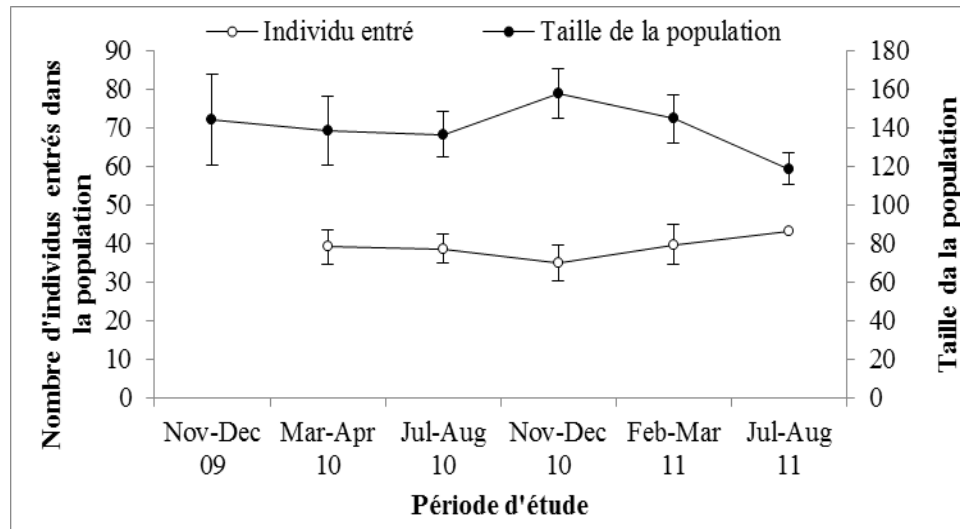


Figure 23 : Nombre d'individus entrés et taille de la population de *Myzopoda aurita* du modèle 1.

III.2.1.2. Modèle 2 : [ϕ (t), p (.), pent (.), N]

Après l'analyse avec le Programme MARK, la taille de la population de *Myzopoda aurita* est estimée 358 ± 14 individus, l'effectif varie de 331 à 386 individus. La taille de la population est petite par rapport à la surface du domaine vital (306 ha). La taille de la population de cette espèce pour chaque saison varie de 141 ± 12 à 189 ± 13 individus. La probabilité d'entrée au niveau de la population de *Myzopoda aurita* est de 11 %. Le nombre d'individus qui entre au niveau de la population pour chaque période a une variation constante de 36 ± 3 à 44 ± 4 (Figure 24). Il n'y a pas de grande différence sur la taille de la population et le nombre d'entrée pour les deux modèles d'analyse.

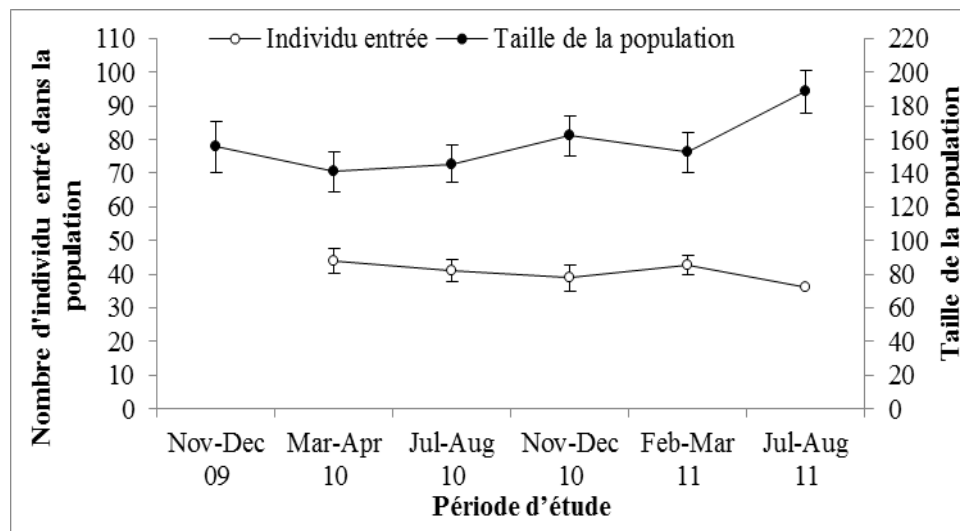


Figure 24 : Nombre d'individus entrés et taille de la population de *Myzopoda aurita* du modèle 2.

La taille de la population de *Myzopoda aurita* par le Modèle 1 est estimée à 339 ± 12 individus. Pour le Modèle 2, elle est estimée à 358 ± 14 individus pour une surface de 306 ha, c'est-à-dire que la densité est d'un individu par hectare. Ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle la taille de la population de *Myzopoda aurita* à Kianjavato n'est pas large.

III.2.1. Taux de survie

Les deux modèles utilisés pour l'estimation de la taille de la population ont été utilisés pour l'analyse du taux de survie. L'analyse concerne les 747 individus durant les six périodes dont 263 captures-marquages, et 484 recaptures.

III.2.2.1. Modèle 1 : [$\phi(t)$, $p(t)$, $\text{pent}(\cdot)$, N]

L'estimation du taux de survie de *Myzopoda aurita* varie de 85 à 97 %. C'est en effet un taux de survie nettement élevé. Ce résultat suggère que la population de *Myzopoda aurita* est stable et viable. La probabilité de capture est de 49 à 65 % pour les différentes périodes (Figure 25) Ce qui veut dire qu'elle est élevée malgré les captures multiples au niveau de la zone d'étude notée.

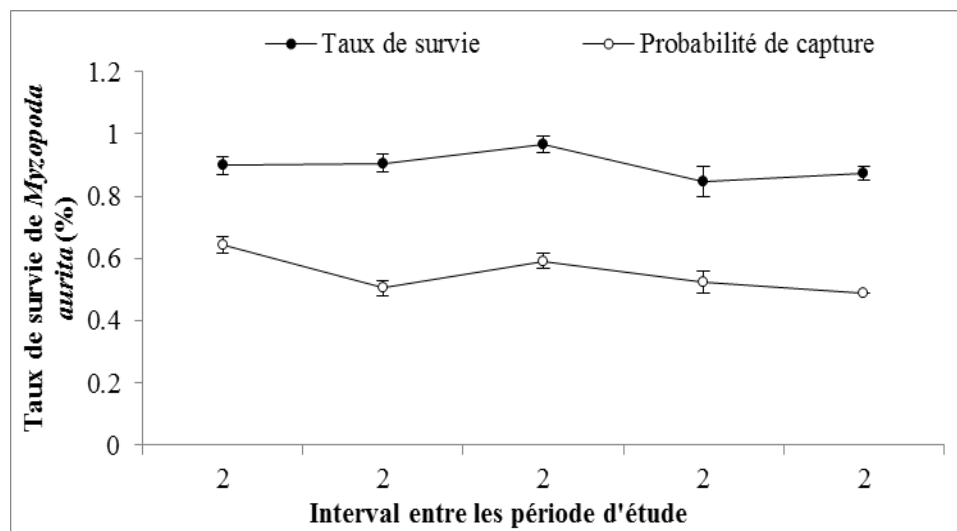


Figure 25 : Taux de survie et probabilité de capture de *Myzopoda aurita* estimée par capture-recapture du modèle 1.

III.2.2.2. Modèle 2 : [$\phi(t)$, $p(\cdot)$, $\text{pent}(\cdot)$, N]

Comme avec le Modèle 1, le taux de survie de cette espèce de chauves-souris à ventouse est très élevé variant de 85 à 95 % (Figure 26). Ceci signifie que d'après ce

modèle, la population de *Myzopoda aurita* est viable et stable. La probabilité de capture est élevée (56 %) malgré les captures multiples au niveau de la zone d'étude.

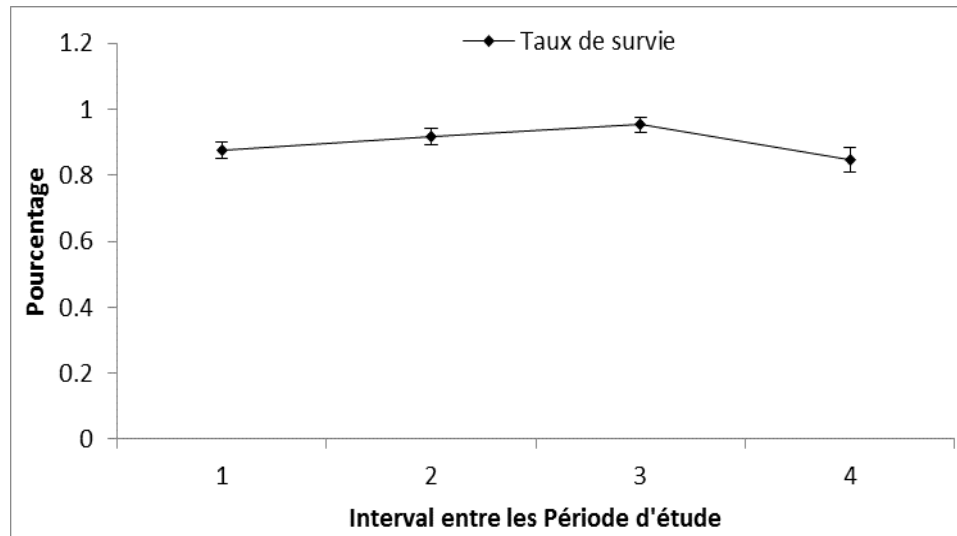


Figure 26 : Taux de survie et probabilité de capture de *Myzopoda aurita* estimée par capture-recapture du modèle 2.

Le taux de survie de *Myzopoda aurita* est très élevé, 85 à 97 % pour le Modèle 1. Ce qui suggère que la population de *Myzopoda aurita* à Kianjavato est viable et stable. Ce qui confirme l'hypothèse sur le taux de survie élevé de cette espèce.

V. DISCUSSION

Un total de 748 individus, tous mâles, ont été capturés durant les six périodes dont 593 individus capturés avec la méthode active à l'aide le grand sac en tissu et 155 individus attrapés à l'aide des filets japonais. Le nombre de chauves-souris nouvellement capturées, que ce soit avec les filets japonais ou avec le grand sac, diminue au fur et à mesure que le nombre de captures augmente et forme une asymptote à la dernière période. Ce qui suggère que la majorité des individus de *Myzopoda aurita* constituant la population au niveau de la zone d'étude sont capturés. Il est ainsi possible d'estimer la taille de la population d'une manière plus précises. Ce qu'Alexander et ses collaborateurs (1997) et Vonhof et Fenton (2004) ont confirmé que le nombre relativement important de capture et le taux de capture élevé donne une estimation plus exacte de la taille de la population pour l'espèce *Thyroptera tricolor*.

Le nombre d'individus recapturés reste élevé malgré des sessions de capture multiple au niveau du site d'étude. Ce qui signifie que les sessions de captures multiples n'ont pas d'effet négatif sur le comportement de *Myzopoda aurita* et que le nombre

d'individus recapturés augment au fur et à mesure que les échantillonnages continuent. Cette espèce n'évite pas d'être attrapée ou est habituer aux captures malgré les sessions de capture multiple et l'emplacement des filets japonais qui ne changent pas pour toutes les périodes. Vonhof et Fenton (2004) confirment qu'il n'y a pas de trace négative ou positive évidente d'influence de comportement chez *Thyroptera tricolor* ("trap-shy" ou "trap-happy") malgré des captures au niveau des gîtes et que le nombre de recaptures augmente.

L'estimation de la taille de la population de *Myzopoda aurita* de la présente étude a été basée sur six périodes avec 78 sessions de capture en tout. Pour avoir une estimation plus ou moins fiable de la taille de la population, la méthode Capture-Marquage-Recapture doit comporter plusieurs sessions de capture pour attraper le maximum d'individus. Les périodes doivent se passer à la même période pour prévenir les fluctuations annuelles de la taille de la population. L'effort de capture durant cette étude semble relativement élevé par rapport à ceux de Vonhof et Fenton (2004) pour *Thyroptera tricolor* à Costa Rica, une espèce similaire à *Myzopoda aurita* en ce qui concerne l'estimation de la taille de la population, avec 10 sessions de capture. Cependant, bon nombre d'auteurs ont fait des études sur l'estimation de la taille de la population en utilisant la méthode de capture-marquage-recapture sur un nombre limité d'échantillonnage (White *et al.*, 1982 ; Greenwood *et al.*, 1985 ; Koper et Brooks, 1998 ; Mowat et Strobeck, 2000). L'estimation de la taille de la population de *Myzopoda aurita* à Kianjavato est de 339 ± 12 individus pour le modèle 1 et 358 ± 14 individus selon le modèle 2 sur une surface de 306 ha. Ces estimations montrent que la taille de la population de cette espèce n'est pas assez importante au niveau de la zone d'étude avec une densité d'un individu par hectare. Cependant, ces estimations sont élevée par rapport à l'estimation de Russell et ses collaborateurs (2008) avec 132 742 individus sur la partie orientale de Madagascar (11 482 146 ha), C'est-à-dire un individus sur 100 ha. Cette estimation est un peu plus grande que celle de *Thyroptera tricolor* à Costa Rica, une espèce similaire à *Myzopoda aurita*, qui est de 261 individus (Vonhof et Fenton, 2004). Cependant, le choix du modèle peut influencer l'estimation de la taille de la population (Vonhof et Fenton, 2004). La taille de la population de *Myzopoda aurita* est faible par rapport à une autre espèce endémique de Madagascar (*Macronycteris commersoni*), qui est d'environ

4 600 individus pour les trois grottes à Mitsinjo dans la Région Boeny (Rakotondrazanany 2008).

Le taux de survie annuel de *Myzopoda aurita* pour les deux modèles est élevé, de 85 à 97 % pour le premier modèle et 85 à 95% pour le deuxième. Ceci signifie que la majorité des individus au niveau de la population de *Myzopoda aurita* reste en vie au niveau des habitats dégradés malgré les pressions anthropiques sur leur gîte. La présence des juvéniles au niveau de la zone d'étude montre la stabilité et la viabilité de la population. Ceci est comparable avec les résultats de Sendor et Simon (2003) pour *Pipistrellus pipistrellus* en Allemagne et de Pryde et ses collaborateurs (2005) pour *Chalinolobus tuberulatus* au Nouvelle-Zélande, où le taux de survie est plus de 90%.

VI. CONCLUSION E PERSPECTIVES

Durant cette étude de *Myzopoda aurita* à Kianjavato, tous les individus capturés que ce soit par les filets japonais ou par le grand sac sont des mâles ce qui marque l'isolement sexuel de cette espèce de chauve-souris. Sept cent quarante-sept (747) individus ont été capturés lors de cette étude dont 263 sont marqués et 484 recapturés. Les captures multiples n'ont pas d'effet sur le comportement de *Myzopoda aurita* car le nombre de recapture est élevé par rapport aux nouveaux individus capturés. Ce qui confirme l'hypothèse sur l'indifférence de *Myzopoda aurita* face aux captures multiple. Cependant, aucune femelle n'a été capturée ce qui suggère plus de session de capture au niveau de la zone d'étude est nécessaire pour trouver les femelles mais aux différents emplacements que pour les sessions de capture des mâles. Pour le premier modèle, la taille de la population est estimée à 339 ± 12 individus et 358 ± 14 individus pour le modèle 2. La taille de la population de *Myzopoda aurita* n'est pas élevée par rapport à la surface du domaine vital de cette espèce. Cependant, la taille de la population estimée est seulement pour les mâles. L'étude devrait être prolongée pour avoir des données sur les femelles et avoir une estimation réelle de la population au niveau de la zone d'étude. Cette espèce de chauve-souris présente un taux de survie élevé de plus de 85 %. La présence des juvéniles montre la stabilité et la viabilité de la population de *Myzopoda aurita*. Même si ces résultats sont pour les mâles, la majorité (plus de 85 %) des individus arrivent à maturité.

Le statut de conservation de *Myzopoda aurita* est à Préoccupation mineure (LC) jusqu'à maintenant, alors que ce statut devrait être révisé en Vulnérable (VU) à cause de la taille de la population qui est pas faible, de l'isolement sexuel de cette espèce et enfin des menaces qui pèsent sur les gîtes. Ceci permettra de mieux protéger cette espèce de chauve-souris endémique de l'Est de Madagascar. De plus, des sensibilisations devraient être entreprises pour faire connaître cette espèce de chauve-souris et son rôle au niveau de l'écosystème. Cependant, une étude plus approfondie de l'écholocation et des cris sociaux émis par *Myzopoda aurita* est nécessaire pour avoir de plus amples informations sur l'écologie de cette espèce de chauve-souris.