

Figure 34 : Durée des différentes parties du signal entre les enregistrements au niveau des pistes, pendant les relâchements, et au niveau des gîtes.

III.1.4. Intervalle entre les signaux

Les signaux uniques ou groupés variant de deux à cinq appels. Pour les signaux unique, l'intervalle moyen entre deux signaux est de 81 ± 52 ms ($n = 29$), 125 ± 73 ms ($n = 28$) pour les groupes de deux signaux, 151 ± 125 ms ($n = 17$) pour ceux de trois, 114 ± 48 ms ($n = 7$) pour les quatre et 70 ± 13 ms ($n = 2$) pour les groupes de cinq signaux (Figure 35). L'intervalle entre les signaux uniques ou en groupe ne présente aucune différence significative (Kruskal-Wallis, $p = 0,11$). Ce qui suggère que les signaux uniques ou groupés en deux ou trois appels sont utilisés pour le déplacement, c'est-à-dire, analyser l'environnement qui l'entoure. Les signaux groupés en quatre et cinq éléments sont utilisés pour détecter et manœuvrer pour la capture des proies lors de la chasse.

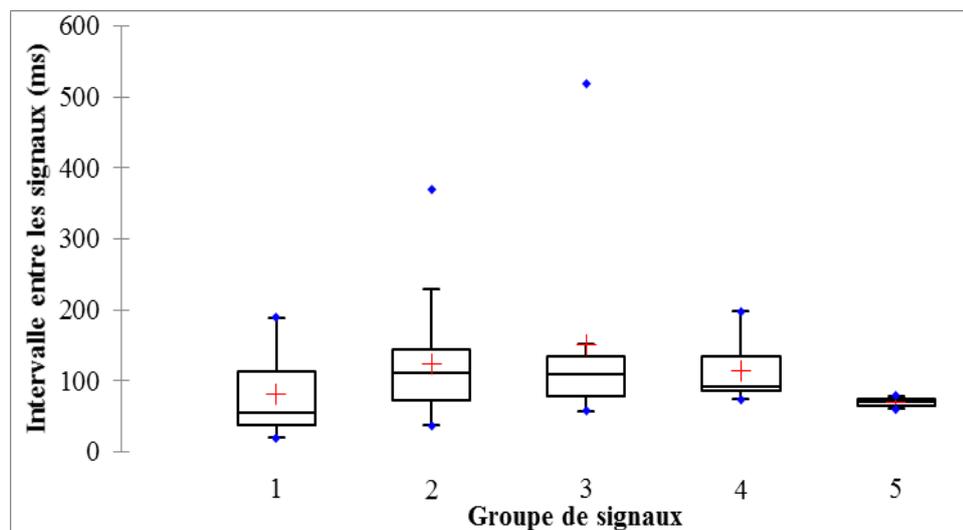


Figure 35 : Intervalle entre les signaux entre les différents groupes d'appel.

L'intervalle entre les signaux pour les différents lieux d'enregistrement varie en moyenne de 130 ± 64 ms ($n = 19$) à l'intérieur des gîtes, de 94 ± 36 ms ($n = 14$) au niveau des pistes et 89 ± 63 ms ($n = 38$) pendant le relâchement (Figure 36). La différence est significative entre les lieux d'enregistrement (Kruskal-Wallis $p = 0,12$). L'intervalle entre les signaux des écholocations enregistrées au niveau des gîtes sont plus long car les individus envoient des longs signaux pour avoir des informations sur l'environnement qui l'entoure avant de sortir. Ceux au niveau des pistes sont moins longues, car *Myzopoda aurita* chasse et elle a besoin d'avoir le plutôt possible des échos pour manœuvrer et capturer les proies. L'intervalle entre les signaux pendant le relâchement est le plus court car l'animal est stressé et cherche des informations sur l'environnement afin de fuir.

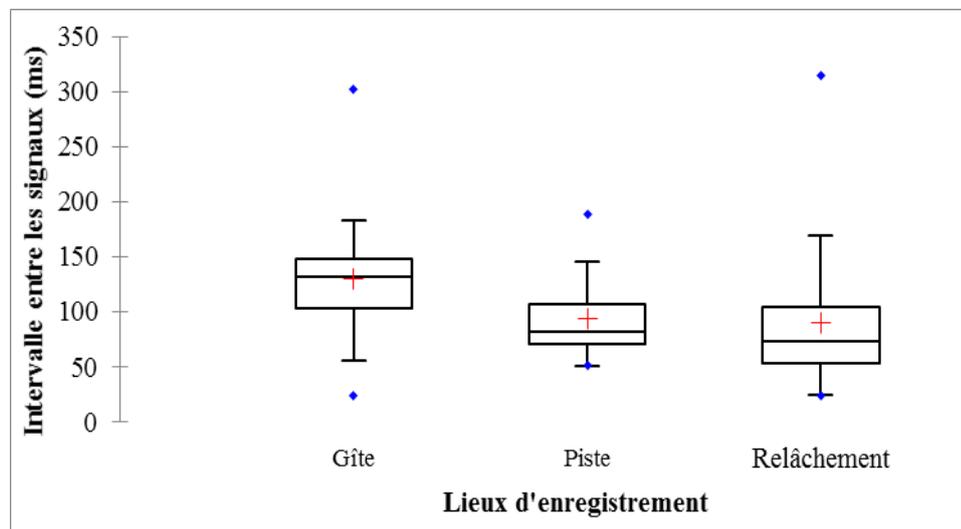


Figure 36 : Intervalle entre les signaux pour les différents lieux d'enregistrement.

III.2. Cris sociaux

Type de cris sociaux

Les cris sociaux sont émis pendant la sortie et lors de la rentrée du gîte. Six types de cris sociaux ont été identifiés et décrits lors de l'analyse de trois enregistrements (Figure 37). Il s'agit des vrais cris sociaux de *Myzopoda aurita*, car les enregistrements sont faits au niveau de leurs gîtes. De plus ce sont des sons audibles que l'animal utilise pour signaler ou rechercher les gîtes.

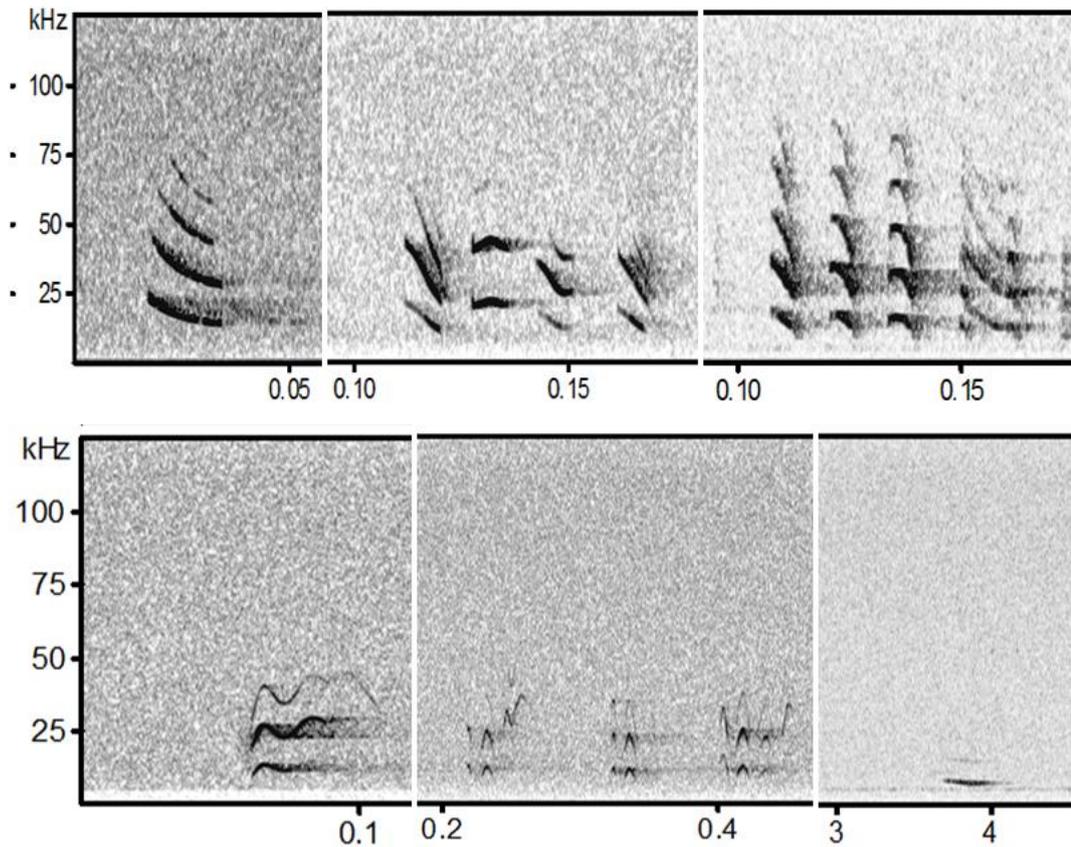


Figure 37 : Différents types de cris sociaux émis par *Myzopoda aurita*.

III.2.2. Visites des gîtes

L'enregistrement des cris sociaux a été fait au niveau de trois gîtes. Durant les suivis, *Myzopoda aurita* commence à retourner aux gîtes après 20 h et cette fréquentation augmente jusqu'à 5 h du matin. Toutefois, le nombre moyen de visites est faible jusqu'à 2 h du matin avec une moyenne de $8 \pm 1,2$ ($n = 3$). La fréquentation augmente ensuite jusqu'à l'aube avec une moyenne de 56 ± 45 (Figure 38). Ce qui signifie que l'animal retourne régulièrement au niveau du gîte pour se reposer un peu. Cependant, l'émission de cris sociaux n'est pas obligatoire lors des visites des gîtes. Sur les 133 visites des trois dortoirs observés, aucun cri social n'a été émis sur 98 (74 %).

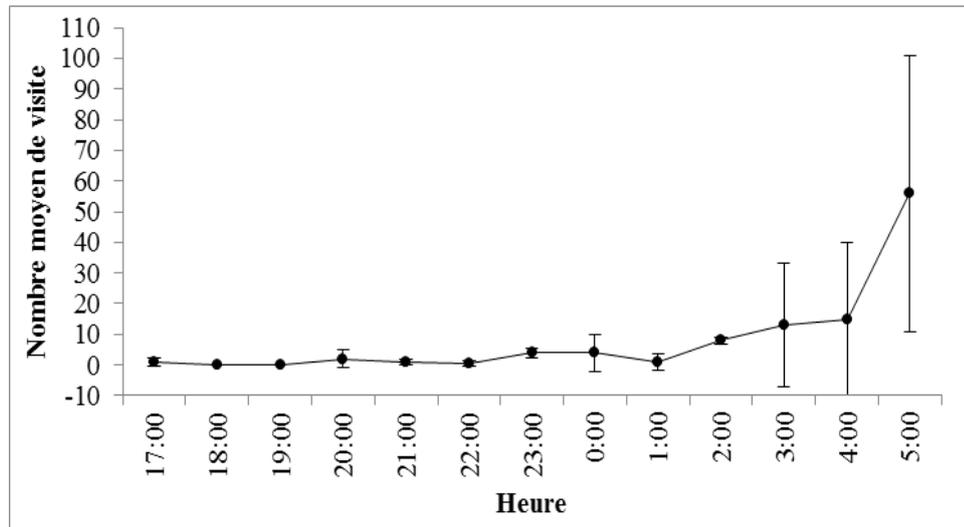


Figure 38 : Distribution du nombre moyen de visite de *Myzopoda aurita*.

Les cris sociaux sont utilisés lors de l'entrée et la sortie des gîtes. Dans ce cas, l'hypothèse sur l'utilisation des cris sociaux pour la communication entre les individus et la recherche de gîte est vérifiée.

IV. DISCUSSION

IV.1. Echolocation

L'écholocation émise par *Myzopoda aurita* est composée d'une fréquence modulée complexe (FM) avec une longue durée. Elles se produisent pendant la recherche de proies et lors du déplacement de l'animal. Göpfert et Wasserthal (1995), note que l'écholocation de cette espèce est utilisée pour détecter les battements d'aile des insectes. Les enregistrements de l'écholocation sont faits au niveau des pistes où cette espèce se déplace. C'est aussi au niveau de ces pistes que les captures ont eu lieu et la majorité des individus attrapés ont encore des restes d'insecte à l'intérieur de leur bouche. Ces observations correspondent à celles que Göpfert et Wasserthal ont remarqué en 1995. Russo et ses collaborateurs (2007) ont noté que l'écholocation produite durant l'action de chasser les proies sur les feuilles diffère de celle produite pendant le simple vol pour *Myotis myotis* et *Myotis blythii*. Les signaux changent de structure quand l'animal cherche, approche et attaque une proie (Kalko et Schnitzler, 1993, 1998 ; Kalko, 1995). Elle change aussi selon la nature de l'habitat (Pavey *et al.*, 2001). Les caractéristiques des proies (Leippert *et al.*, 2002) et la présence d'individu de la même espèce (Barclay et Brigham, 2004) peuvent influencer la structure de l'écholocation produit par un individu.

Sur le plan écologique, l'écholocation permet d'avoir des informations sur les habitats et de détecter les proies. Les signaux émis par *Myzopoda aurita* comportent plusieurs éléments. Chaque élément est constitué par plusieurs harmoniques, cependant le deuxième est le plus fort. La structure de l'écholocation de cette espèce de chauve-souris, composée d'un à quatre éléments est propre pour cette espèce. Le premier élément est utilisé pour avoir les informations sur l'environnement et identifier les obstacles sur leur passage. Le deuxième sert à détecter les battements d'ailes des proies potentielles. Le troisième sert à avoir plus de précision sur la trajectoire à emprunter pour atteindre l'objectif fixé. Le dernier élément sert à mesurer la distance des objectifs discrets. Des écholocations composées de deux éléments ont été rapportées pour d'autres espèces de chauve-souris (Sales et Pye, 1974 ; Göpfert et Wasserthal, 1995 ; Jones et Teeling, 2006).

La durée des signaux émis par *Myzopoda aurita* est longue. Durant une étude antérieure, Ralisata et ses collaborateurs (2010) ont noté que cette espèce de chauve-souris utilise des habitats dégradés. Jones *et al.* (2003) affirment que les signaux émis par les chauves-souris qui fréquentent les habitats ouverts sont plus longs que par celles qui utilisent les forêts. De plus, des longs signaux peuvent être produits au niveau des habitats ouverts, car le retour des échos se fait plus tard (Kalko et Schnitzler, 1993). Le fait d'utiliser les habitats ouverts explique par conséquent la longue durée des signaux émis par *Myzopoda aurita*. La durée des signaux émis par cette espèce de chauve-souris sera plus courte si elle exploite les milieux forestiers ou les habitats relativement fermé, car le retour des échos se fait tôt et l'animal n'a pas beaucoup de temps pour analyser les informations de l'environnement qui l'entoure.

La durée du signal varie suivant les lieux d'enregistrement chez *Myzopoda aurita*. Elle est plus longue au niveau des pistes, suivi de celle enregistrée pendant les relâchements. La durée la plus courte est celle au niveau des gîtes. Ce paramètre est très sensible aux variations des conditions d'enregistrement la durée est plus longue à l'extérieur, mais plus courte en captivité (Novick, 1977 ; Kalko et Schnitzler, 1989 ; Göpfert et Wasserthal, 1995). *Myzopoda aurita* possède un système complexe d'écholocation et produit des signaux remarquablement longs, qui sont vraisemblablement adaptés à ses habitudes alimentaires. La majorité des insectes au niveau de la zone d'étude est composée d'insectes volants comme les Diptères et les Lépidoptères (Ralisata et al. 2010). Ce qui correspond à l'écholocation de longue durée

utilisée par *Myzopoda aurita*. Un long et faible balayage est interprété pour être utilisé pour la reconnaissance des cibles en mouvement et le balayage court et abrupte est utilisé pour détecter les cibles discrètes (Göpfert et Wasserthal, 1995). De plus, l'analyse du régime alimentaire de *Myzopoda aurita* révèle que cette espèce consomme surtout des insectes volants comme les Lépidoptères et les Coléoptères (Ralisata et al. 2010).

Les écholocations de *Myzopoda aurita* vont en groupe. La durée et l'intervalle entre les signaux diminuent au fur et à mesure que la proie s'approche. La durée et l'intervalle entre les signaux groupés en deux ou trois signaux sont plus longs par rapport aux signaux groupés en quatre ou cinq. Ce qui fait que ces derniers correspondent à la chasse. Ceci est affirmé par Jones *et al.* (2003) qui ont observés la diminution des intervalles entre les signaux lors de la chasse. La durée et l'intervalle entre les signaux varient aussi suivant les habitats fréquentés par l'animal. Les mêmes auteurs (Jones *et al.*, 2003) ont déjà constaté de long intervalle pour les chauves-souris volant au niveau des habitats ouverts comparé avec celles qui fréquentent les forêts. Ce constat confirme donc la durée et l'intervalle changeants observé chez *Myzopoda aurita* au cours de l'étude selon que l'animal approche ses proies ou fréquente des habitats ouverts. Le nombre élevé de signaux émis s'expliquent par la détection des proies et les manœuvres effectuées comme ceux observés par Kingston *et al.* (1999).

IV.2. Cris sociaux

Sur les 133 enregistrements, 35 seulement contiennent des cris sociaux. L'enregistrement des cris sociaux de *Myzopoda aurita* a été fait à l'entrée et à la sortie de ses gîtes diurnes. Les cris sociaux sont émis avant la sortie du gîte et sont utilisés pour avertir les membres du groupe de l'imminente sortie et le transfert d'information entre les individus. Comme l'observation de Barta et Szep (1992), les individus d'un groupe échangent des informations surtout pour ceux qui exploitent des ressources imprévisibles comme l'utilisation de feuille en gîte.

Myzopoda aurita émet aussi des cris sociaux à l'entrée des gîtes. Ceci peut s'expliquer par la recherche d'information sur un nouveau gîte car les gîtes de cette espèce sont éphémères c'est-à-dire que les jeunes feuilles de « bemavo » s'ouvrent après quelques jours. De plus, *Myzopoda aurita* vit en petit groupe à l'intérieur des gîtes et après l'ouverture complète de ces gîtes, elle est obligée de chercher de nouveau groupe. Ceci

est affirmé par Chaverri *et al.* (2010) sur le fait que *Thyroptera tricolor* utilise les cris sociaux pour trouver de nouveau gîte et d'autres individus pour former un groupe et pour la transmission des informations vers les congénères. Les cris sociaux sont surtout utilisés par *Myzopoda aurita* pour avoir des informations sur les gîtes. La recherche de ces derniers nécessite beaucoup d'énergie. Les cris sociaux émis par d'autres individus à l'intérieur d'un gîte permettent de réduire la dépense d'énergie pour la recherche de nouveau gîte. Cependant, il y a des individus solitaires. Ces individus sont peut-être rentrés très tard par rapport à ces congénères et n'ont pas eu d'information sur les gîtes disponibles.

La fréquence des cris sociaux de *Myzopoda aurita* est relativement faible par rapport à l'écholocation dont la fréquence est très haute. Ceci signifie que la communication entre les individus se fait par les cris sociaux et le déplacement et la chasse se fait avec l'écholocation, comme Göpfert et Wasserthal, (1995) ont déjà signalé. Peu de temps après l'émission des cris sociaux au niveau des gîtes, les individus de groupe sortent un à un, ce qui montre la cohésion des individus du même groupe. Chaverri et Gillam (2015) ont souligné que les cris sociaux de *Thyroptera tricolor* à Costa Rica, une espèce similaire à *Myzopoda aurita*, sont utilisés pour la communication entre les individus et pour maintenir la cohésion du groupe.

Chez *Myzopoda aurita*, l'enregistrement des cris sociaux à l'entrée des gîtes a donné comme résultat l'existence de six types de cris sociaux. A noter que les individus au niveau de la zone d'étude sont tous des mâles. En effet, les différents types de cris sociaux ont été distingués.

Premièrement, les cris d'agression envers d'autres individus de même sexe. Pour les espèces sexuellement isolées, les mâles défendent leur territoire (Pfalzer et Kusch, 2003 ; Sachteleben et Helversen, 2006). Chez *Thyroptera tricolor*, une espèce semblable à *Myzopoda aurita*, les cris sociaux suscitent souvent des réactions des individus déjà à l'intérieur de la feuille tubulaire (Chaverri *et al.*, 2010).

Deuxièmement, les cris d'irritation ou de stress (Jahelková, 2011). Pour cette étude, ce type de cris peut être causé par la présence des matériaux d'enregistrement près de l'entrée des gîtes. *Cynopterus sphinx* produit des cris d'irritation pendant une situation stressante, le passage d'un prédateur, la capture, pour avertir les autres individus ou pour informer de la présence de danger (Mariappan *et al.*, 2013).

Troisièmement, les cris des mâles pour attirer les femelles. L'enregistrement a été fait en juillet-août 2012, ce qui correspond à la période d'accouplement des chauves-souris insectivores qui sont gravides durant trois à quatre mois et mettent bas en novembre-décembre. Cependant, aucune femelle n'a été capturée durant les enregistrements au niveau de la zone d'étude. Néanmoins, les cris sociaux spécifiques de chaque individu peuvent aider les femelles à trouver les différents territoires (Pfalzer et Kusch, 2003 ; Sachteleben et Helversen, 2006 ; Budenz *et al.*, 2009).

Quatrièmement, les cris permettant l'échange d'information entre les individus d'un même groupe. Même si les individus d'un même groupe ont un faible taux de fidélité entre eux, ils utilisent les cris sociaux pour maintenir la cohésion du groupe (Wilkinson et Boughman, 1998 ; Chaverri *et al.*, 2010 ; Ralisata *et al.*, 2010; Chaverri et Gillam, 2015). Comme pour *Antrozous pallidus*, quand les individus changent de gîte, des signaux de basse fréquence sont émis pour localiser les individus du même dortoir à une grande distance (Fenton *et al.*, 2002).

Cinquièmement, les cris de communication entre les individus de même espèce, *Myzopoda aurita*. Même si *Myzopoda aurita* utilise l'écholocation pour le déplacement et la chasse, les cris sociaux les aident à partager les informations sur la disponibilité des proies au niveau du site. Le rôle des cris sociaux reste incertain, cependant, il s'avère qu'il y a ceux qui correspondent au transfert d'information entre les individus de la même espèce sur la ressource alimentaire (Wilkinson, 1992 ; Wilkinson et Boughman, 1998 ; Safi *et al.*, 2007 ; Ruczyński *et al.* 2009).

Enfin sixièmement, les cris de localisation des gîtes potentiels, car ces derniers sont éphémères donc il faut toujours en chercher de nouveaux. Le « bemavo » produit 12 nouvelles feuilles durant une année. Les jeunes feuilles sont enroulées et s'ouvrent petit à petit jusqu'à l'ouverture complète entre trois à 12 jours. Les cris sociaux sont utilisés pour le transfert d'information tels que l'emplacement des gîtes comme chez *Thyroptera tricolor* (Chaverri *et al.*, 2010). C'est aussi le cas pour *Otomops martiensseni* qui attire les individus de la même espèce vers les gîtes (Vaughan et O'Shea, 1976 ; Fenton *et al.*, 2002 ; Schoner *et al.*, 2010) car la vie en groupe favorise la thermorégulation, la fuite des prédateurs et la coopération entre les individus (Kerth, 2008 ; Chaverri *et al.*, 2010).

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'écholocation et les cris sociaux de *Myzopoda aurita* sont complexes. Il s'agit d'écholocations à fréquence modulée (FM) composées d'un à quatre éléments distincts. Par ailleurs, l'écholocation présente deux harmoniques dont la seconde est la composante la plus forte. La fréquence moyenne qui présente le maximum d'énergie est à 41 kHz avec une variation entre 46 kHz (F_{\max}) et 28 kHz (F_{\min}). La durée des signaux émis par *Myzopoda aurita* est longue variant entre 5 à 30 ms au niveau des milieux ouverts comme les pistes, car l'écho revient plus tard. Par contre, elle est plus courte au niveau des gîtes, car l'espace est plus ou moins confinée et l'écho revient très vite. Les écholocations de cette espèce vont en groupe et l'intervalle entre les signaux varie suivant le mode d'utilisation. L'intervalle entre les signaux diminue au fur et à mesure que la proie est proche pendant la chasse et il est élevé si l'espace fréquenté est ouvert.

Les cris sociaux sont surtout utilisés pour la communication entre les individus de même gîte et aussi pour les individus de même espèce. Ils sont émis pendant la sortie et la rentrée à l'intérieur du gîte. L'enregistrement des cris sociaux a permis de constater qu'il s'agit d'une espèce crépusculaire, néanmoins les activités à l'aube ne sont pas négligeables surtout entre 2 à 5 h du matin pendant la recherche de gîte potentiel.

En guise de conclusion, *Myzopoda aurita* utilise deux types de sons au niveau de son habitat. Le premier, l'écholocation qui est utilisée pour le déplacement et la chasse. Le deuxième est le cri social utilisé pour la communication et la recherche de gîte potentiel.

Cette étude n'est pas encore complète que ce soit pour l'écholocation ou des cris sociaux, faute de temps, de matériels et d'expérience. C'est pour cela que plusieurs recherches devraient être encore menées :

Pour l'écholocation :

- L'utilisation de l'écholocation pendant la détection et la capture des proies par *Myzopoda aurita* nécessitent une étude plus approfondie dans la nature et à l'intérieur d'une cage avec des proies ;

- L'écholocation de *Myzopoda aurita* présente différents éléments, une étude devrait être faite pour savoir l'usage de chaque type d'élément.

Pour les cris sociaux :

- Une étude sur le rôle des cris sociaux au niveau individuel et au niveau du groupe pour déterminer son importance pour l'individu et pour le groupe ;

- Plusieurs types de cris sociaux ont été enregistrés durant cette étude cependant leur rôle reste inconnu, une étude plus approfondie est nécessaire ;

- Des études ont montré que les cris sociaux sont utilisés par les mâles pour attirer les femelles pendant la période de reproduction. Cependant, aucune femelle n'a été capturée au niveau de Kianjavato. Une étude au niveau des sites avec des femelles de *Myzopoda aurita* devrait être entreprise afin de savoir le rôle des cris sociaux dans la reproduction.