

Rapport de stage de 1ère année du MASTER « Biologie Intégrative »

Parcours : Écologie Comportementale, Évolution et Biodiversité

Trajectoire de vol et direction du genre *Pipistrellus*

Muséum d'Histoire Naturelle de la Ville de Bourges

Maître de stage: Laurent ARTHUR

SOMMAIRE

Introduction

1. Matériels et Méthodes

1.1. Matériels biologiques

1.2. Matériels

1.3. Méthodes

2. Résultats

2.1. Direction du genre *Pipistrellus*

2.1.1. Test statistique sur la direction du genre *Pipistrellus*

2.2. Direction des Pipistrelles de Kuhl

2.2.1. Test statistique sur la direction des Pipistrelles de Kuhl

2.3. Direction des Pipistrelles communes

2.3.1. Test statistique sur la direction des Pipistrelles communes

2.4. Trajectographie d'une Pipistrelles commune

3. Discussion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction :

La Chiroptérologie, est une science relativement récente en comparaison à d'autres sciences naturalistes. Lazzaro Spallanzani et Louis Jurine sont les premiers à s'interroger sur le « sixième sens » des Chiroptères mis en évidence à la fin des années 1790. Il faudra attendre le premier quart du XXe siècle, et les scientifiques Hamilton et Hartridge pour émettre l'hypothèse que les chauves-souris, émettent des cris inaudibles à l'homme. En 1938, G.W. Pierce et Donald R. Griffin mesurent les signaux ultrasonores émis par les chauves-souris et ainsi lèvent le voile sur ce « sixième sens ». [BARATAUD M. & TUPINIER Y., 2012]

Plus récemment, depuis 1987, le Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges s'est spécialisé dans l'étude des Chiroptères. Suite à la présentation du projet préliminaire de tracé de la rocade Est de Bourges en 1990 une étude d'impact du tracé sera menée par le Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges, par Laurent ARTHUR et Michèle LEMAIRE. Ils mettront en évidence l'importance nationale pour les chauves-souris du site d'hibernation classé sur les Carrières du Château, maintenant site Natura 2000. Cette étude permettra de modifier le tracé de la rocade, afin de conserver l'essentiel du site.

Depuis, les études sur le transit des chauves-souris n'ont cessé d'être menées, permettant d'avoir un suivi de plus de 20 ans. Notamment sur la passerelle de l'Allée Cavalière située au-dessus de la rocade RD2076. Dans le cadre du Plan National d' Actions Chiroptères, Cette zone est devenue un site expérimental pour étudier différents aménagements afin de canaliser et faciliter le transit de ces animaux ; tout en évitant la traversée de la rocade et les risques de collisions.

L'exploitation des cris acoustiques est une méthode pour étudier le comportement des chauves-souris en activité, elle ne procure aucun stress pour l'animal. De plus, les conditions nocturnes ne se prêtent guère à l'observation à l'œil nu. Le matériel permet soit de convertir en temps réel une plage étroite de fréquences ultrasonores en fréquences audibles pour l'homme, comme les Batbox® basés sur l'hétérodyne, ce qui requiert une expérience importante pour la discrimination des espèces. D'autres comme les Anabat®, permettent d'enregistrer les cris de toutes les espèces émettant autour du détecteur quelle que soit la fréquence. Le traitement des enregistrements s'effectue sur ordinateur en analyse graphique et la classification par espèces ou par genre reste plus abordable.

Les conditions météorologiques sont des facteurs susceptibles d'influencer l'activité de chasse, au même titre que l'heure de la nuit [HAYES, 1997], même si en dehors de la

température assez peu de variables météorologiques ont un fort effet [JULIEN et al., 2010]. Notons que les études sont effectuées pour la plupart des suivis, dans un contexte météorologique favorable [KERBIRIOU et al, 2012]. Les phases lunaires quant à elles pourraient également influencer l'activité des chauves-souris. La luminosité augmenterait les risques de prédation [LE GOUIL, 2012]. Actuellement, ont pu être mis en évidence uniquement le flux d'individus sur des aménagements, comme les buses sous un axe routier [HAQUART & BAS, 2011].

Jusqu'à présent la direction du transit des individus ne pouvait être déterminée avec les appareils précédemment cités pour les études sur le terrain. En laboratoire, le comportement de vol des Chiroptères est étudié, cependant ceci nécessite un dispositif technique important, comme par exemple une salle expérimentale composée de seize microphones ultrasonores et deux caméras haute vitesse pour déterminer le comportement de chasse et de vol de *Eptesicus fuscus* [CHEN CHIU et al., 2010]. L'utilisation de trois caméras thermiques infrarouges a permis, entre autre, de reconstruire le vol en 3Dimensions, puis d'estimer la vitesse du vol de *Tadarida brasiliensis* à 9,38m par seconde pour un temps de vol de 0,3 seconde [THERIAULT Diane H. et al, 2010].

En 2010, l'utilisation cette fois sur le terrain d'un portique composé de 16 microphones espacés de 80 cm les uns des autres sur l'axe horizontal et vertical, à permis d'étudier l'utilisation du sonar de *Pipistrellus pipistrellus* durant son orientation spatiale. Leur objectif était de déterminer le comportement de balayage ultrasonore en approche d'une proie ou d'un obstacle durant son orientation dans l'espace dans trois environnements différents : forêt, ferme et jardin. [SEIBERT A-M., SCHNITZLER H.U et al, 2013].

L'objectif principal de cette présente étude, est de tester les performances sur le terrain d'une antenne issue d'une nouvelle technologie en cours de développement, puis d'apporter de nouvelles connaissances sur le comportement de vol des Chiroptères empruntant la passerelle grâce à la trajectographie. Ainsi cette étude permettra pour chaque espèce de déterminer, sa direction, son altitude, sa vitesse de vol et sa proximité avec les différents aménagements. Suite à un partenariat entre le Muséum de Bourges et la société bioacoustique Cyberio, basé à Meylan (38), nous avons obtenu un prototype d'antenne développé jusqu'à présent essentiellement en laboratoire, ayant pour finalité, après traitement de données, de reconstituer grâce à l'écholocalisation, la trajectoire en trois dimensions des Chiroptères. Grâce à cette antenne il nous est possible de déterminer le sens de passage des différents individus à l'aide des propriétés physiques du son : célérité, effet Doppler, et de la sensibilité

et de l'agencement des microphones utilisés. Cette étude a été menée sur *Pipistrellus pipistrellus* & *Pipistrellus kuhlii* regroupées d'une part et séparées d'autre part, et permettra d'émettre un avis quant à l'utilisation de la passerelle par ces espèces.

L'objectif secondaire lié à cette étude est de tester l'antenne sur le terrain dans différentes configurations, de collaborer sur l'écriture d'un protocole et d'apporter des données exploitables pour la trajectographie et d'optimiser l'utilisation de l'antenne.

Questions: Comment les Chiroptères anthropophiles, du genre *Pipistrellus*, s'approprient ils un aménagement de type passerelle au-dessus d'un axe routier en périphérie de ville ?

Nous avons plusieurs hypothèses qui peuvent être avancées, elles pourraient utiliser la passerelle en quittant leurs gîtes urbains afin de sortir de la ville. Elles pourraient également emprunter la passerelle pour rejoindre la ville en début de nuit. Les Pipistrelles utilisent peut être la passerelle comme terrain de chasse, ou alors elles ne l'utilisent pas, elles passent loin de la passerelle, où n'y viennent pas du tout.

En prédictions nous pourrions obtenir réciproquement aux hypothèses un nombre d'individus se dirigeant vers la campagne qui devraient être plus important que le nombre d'individus se dirigeant vers la ville. Où bien un nombre d'individus se dirigeant vers la ville qui devraient être plus important que le nombre d'individus se dirigeant vers la campagne. Si, les individus se dirigent dans toutes les directions et que les signaux observés sont des signaux de chasse et non de transit alors les chauves-souris observées utilisent la passerelle comme zone de chasse. Si les signaux enregistrés sont de trop faible intensité et d'amplitude, ceci traduit alors une distance importante à l'antenne et donc une non utilisation de la passerelle.

1. Matériels & Méthodes :

1.1. Matériels biologiques :

Les Pipistrelles appartiennent aux espèces les plus anthropophiles, c'est à dire qu'elles cohabitent très aisément avec l'homme. De plus, elles font partie des quatre espèces de chiroptère facilement discernable lors de l'analyse visuelle des enregistrements acoustiques. Leurs fréquences d'émission restent relativement basses ce qui augmente la portée du cri d'écholocation à 25 m [ARTHUR & LEMAIRE, 2009]. Les pipistrelles présentent un avantage sur les autres chauves-souris, car elles sortent tôt après le coucher du soleil, là où beaucoup d'insectes sont encore en activité [ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009].

-La Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) émet des fréquences modulées aplanies FMA, entre 41 et 50 kHz, et voit sa FME, fréquence du maximum d'énergie, à 42 kHz en milieu ouvert et à 52 kHz en milieu très encombré pour une durée du cri de 8 à 9 ms. En milieu ouvert, elle est capable d'émettre une QFC, quasi fréquence constante, à 41- 48 kHz en milieu ouvert. [BARATAUD M. & TUPINIER Y., 2012]

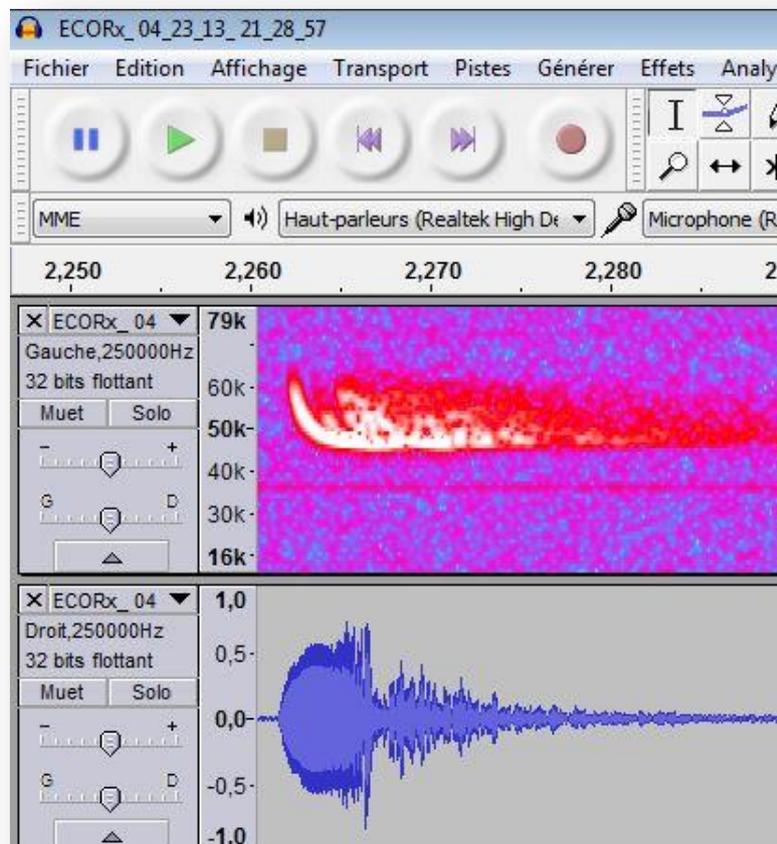


Figure 1: cri ultrasonore de Pipistrelle commune analysé Audacity®, le micro 1 est en spectrogramme avec une échelle en Hertz et le micro 2 est en amplitude d'onde en échelle de fréquence.

-L'émission sonore de *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817), correspond à des signaux en FMA rarement QFC, autour de 36-38 kHz, généralement la FME correspond à 38kHz. [BARATAUD M. & TUPINIER Y., 2012]. Leurs gîtes d'hiver sont les bâtiments non chauffés, églises, les tunnels, les greniers frais. Une partie de la population hiberne même dans le lieu choisi pour l'estivage, comme l'isolation des bâtiments [ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009]. Leurs gîtes d'été sont essentiellement dans des lieux anthropiques comme les maisons, les granges, les garages, les immeubles et 95% des colonies sont localisées dans les bâtiments. Pour rejoindre leur territoire de chasse, les colonies utilisent au fil des années les mêmes routes de vol, aussi longtemps que perdurent les structures linéaires qui les guident. [ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009]

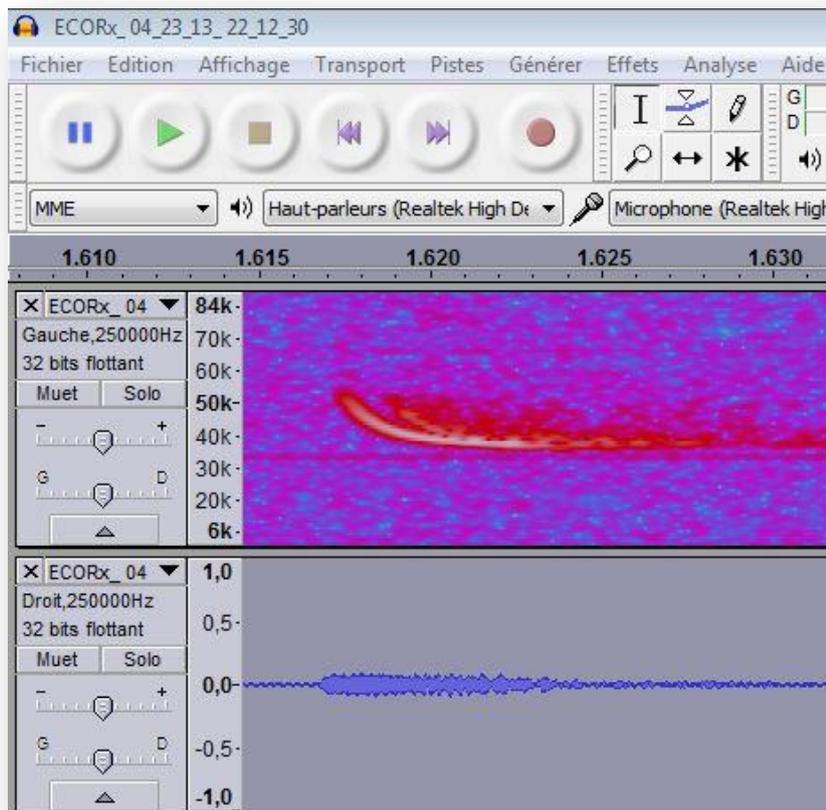


Figure 2 : Cri ultrasonore d'une Pipistrelle de Kuhl analysé sur Audacity®, avec une FME en dessous de 40kHz.

-*Pipistrellus nathusius* (Keyserling & Blasius, 1839) émet des cris ultrasonores entre 34 et 42 kHz, en recouvrement total avec *Pipistrellus kuhlii* c'est pourquoi la distinction acoustique entre ces deux espèces est impossible sur Anabat [ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009]. De plus, dans notre région de relevé, la Pipistrelle de Nathusius est considérée trop peu abondante

pour pouvoir l'intégrer dans la présente étude, et sera considérée comme une Pipistrelle de Kuhl.

-*Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), émettent des signaux en FME de 53,6 kHz, avec une fréquence initiale de 54,5 kHz et une fréquence terminale de 53,2 kHz en moyenne [BARATAUD M. & TUPINIER Y., 2012]. Cette espèce reste très rare sur le secteur étudié, avec seulement deux données dans le Cher. (com. pers. Laurent ARTHUR)

1.2. Matériels :

La passerelle est située à l'Est de Bourges, au-dessus de la RD2076, ayant pour coordonnées GPS N 47° 3' 37.7058" , E 2° 25' 51.636" (annexe 1). Ce site est à proximité du site Natura2000 des Carrières du Château composé de 20 hectares de galeries souterraines.



Figure 3 : Antenne Cyberio en position ouverte, le micro n°1 est en bas à gauche, le n°2 est au centre positionné horizontalement, le n°3 est en bas à droite et le n°4 en haut.

L'antenne de Cyberio est formée de quatre microphones ultrasonores de technologie MEMS dont trois en périphérie s'inscrivent dans un triangle équilatéral, formant la base d'une pyramide, de 67 cm de côté. Un quatrième est situé au centre sortant de 37.5cm, symbolisant quant à lui le sommet de la pyramide. L'antenne est située à 3m du début de la passerelle et à 1m du sol en position ouverte. Cette configuration en pyramide permet la modélisation de la trajectoire de vol des Chiroptères grâce à un repositionnement de chaque cri d'écholocation dans un repère à trois dimensions. Les micros de l'antenne sont reliés à un boîtier quatre voies accueillant une carte électronique fonctionnant à l'aide d'une batterie de 12,5 Volt. La carte permet de transférer sur ordinateur, via un câble Ethernet de 10m, les sons

captés simultanément par les quatre micros seront visualisés et enregistrés en direct à l'aide du logiciel Ecoviewer® développé par Cyberio.

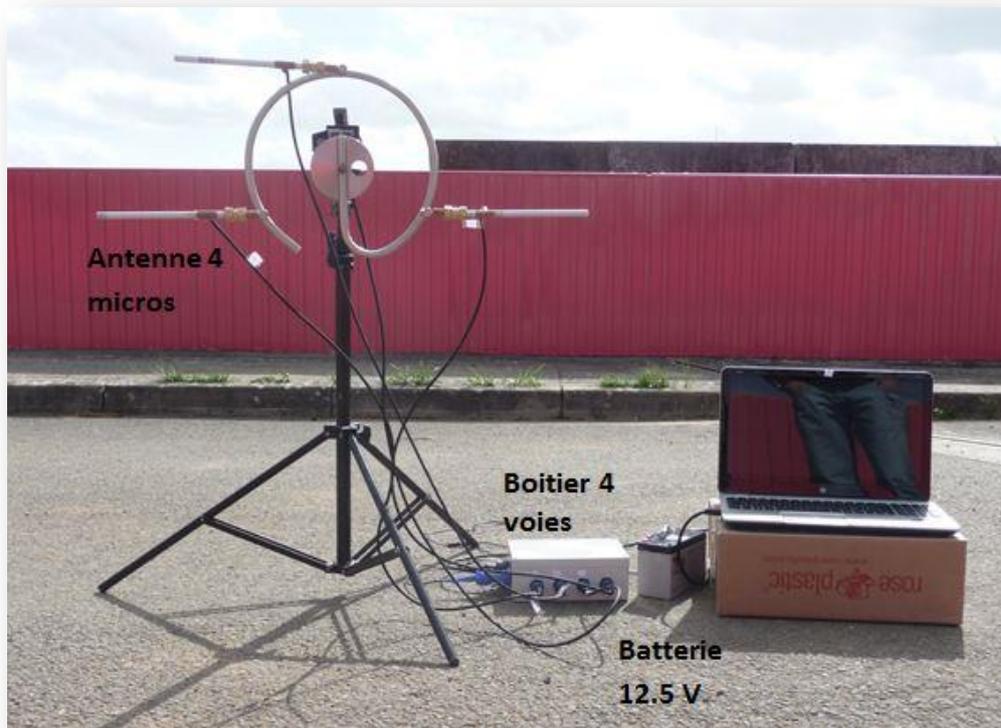


Figure 4 : Dispositif de l'antenne portable de Cyberio.

Nous disposons également d'un Anabat® SD1 qui enregistre sur une carte flash tous les sons ultrasonores émis aux alentours, durant toute une nuit afin de dénombrer les flux d'individus, et nous servant de contrôle vis-à-vis de l'antenne. Celui-ci est placé au milieu de la passerelle.

1.3. Méthodes :

L'activité de chasse varie très fortement au cours de la nuit et, de surcroît, de manière différente entre espèces [HAYES, 1997]. Pour connaître les pics d'influence, nous nous sommes référés aux études effectuées sur la passerelle les années précédentes. Nous avons pu observer deux pics d'activité mais le plus important est celui qui a lieu juste après le coucher du soleil et jusqu'à deux heures après, créneau sélectionné pour cette étude. Le côté de la passerelle, orienté sud-ouest a été utilisé pour les études précédentes, c'est pourquoi il a été retenu pour celle-ci, continuité de l'étude Anabat® mise en place depuis 2009, dans le cadre du Plan National Action Chiroptère, action 6 et 7. De plus, la longueur du câble Ethernet contraint à positionner l'antenne 3m après le début de la passerelle, emplacement également utilisé les années précédentes. Nous avons récoltés nos données lorsque la météorologie

s'aurait optimum, ne présentant ni vent fort, ni pluie et lorsque la température au coucher du soleil était égale ou supérieure à 7°C. Les chauves-souris sont d'un tempérament curieux, ainsi afin de limiter au maximum les perturbations pouvant être apportées par l'antenne, nous avons essayé de la camoufler le plus possible en l'intégrant dans la rambarde ne laissant dépasser que les axes des micros. Grâce au câble nous pouvons nous positionner en contre bas de la passerelle, derrière les palissades afin de ne pas déranger les chauves-souris en transit. Le positionnement de l'antenne et les conditions météorologiques sont répertoriées sur une fiche de terrain (annexe 2). Afin de déterminer l'espèce et la direction des chauves-souris nous avons travaillé sur le logiciel Audacity®. Il nous permet de lire simultanément les quatre fichiers acoustiques enregistrés sur les quatre micros et d'obtenir l'amplitude et le spectrogramme de chaque cri (figure 1 & 2). Nous avons, pour estimer la direction, exploité la configuration et l'espacement des micros. Ainsi grâce à la célérité du son et à l'effet Doppler, les microphones présentent réciproquement un décalage dans le temps lors de la réception du cri ultrasonore et une amplitude augmentant à l'approche de l'antenne et diminuant à son éloignement (figure 5).

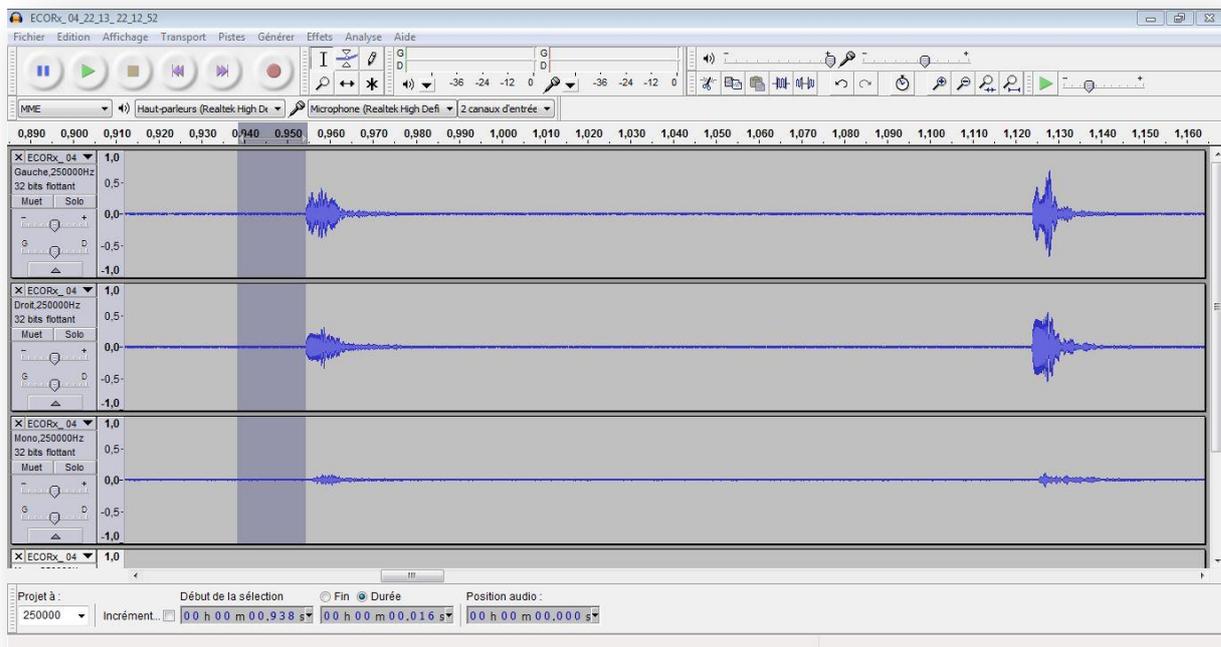


Figure 5 : détermination de la direction grâce aux premiers cris ultrasonores enregistrés temps : 0.950s, le micro 1 est touché en premier puis le 3, l'individu s'approche de l'antenne

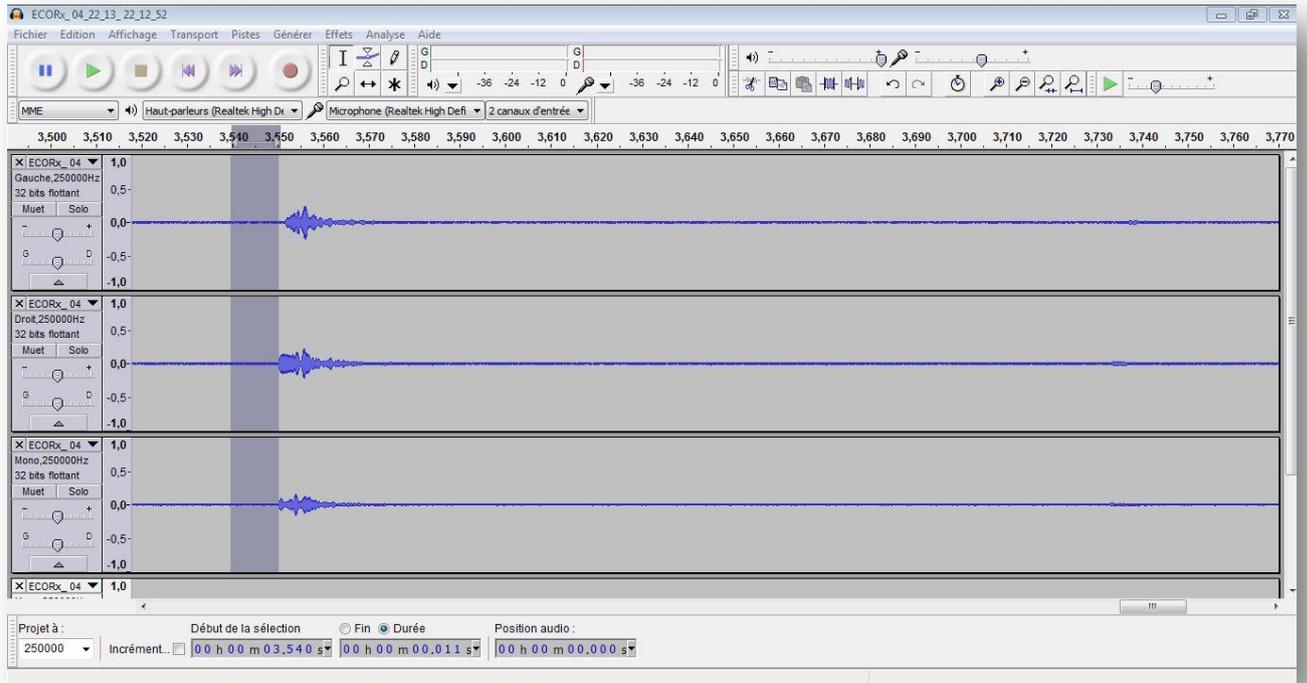


Figure 6 : Inversement du décalage après passage de l'individu. Le micro 3 est touché après le micro 1, l'individu s'éloigne de l'antenne.

Les enregistrements de pipistrelles ont ensuite été triés afin d'éliminer les signaux trop faibles, probablement émis loin de la passerelle (inférieurs à 0.1 en échelle de fréquence), ou ceux étant trop difficiles à déterminer à cause d'un trop faible décalage. Puisque les pipistrelles émettent jusqu'à 25m, et que la passerelle fait 10m de large, avec cette méthode, celles passant en dehors et celle volant perpendiculairement à la passerelle sont en partie exclues. Pour la vitesse, l'altitude de vol et les trajectoires des chauves-souris, Cyberio reconstitue pour nous les résultats.

En parallèle nous utilisons l'Anabat® positionné sur le même côté, au milieu de la passerelle afin de contrôler les données enregistré par l'antenne.

2. Résultats :

Durant les relevés, uniquement des individus des espèces *Pipistrellus pipistrellus* & *Pipistrellus kuhlii* ont été détectés. *Pipistrellus pygmaeus* étant rare, c'est pourquoi aucune d'entre elles n'a été capté durant les six nuits d'observation sur la passerelle de Bourges.

2.1. Directions du genre *Pipistrellus*

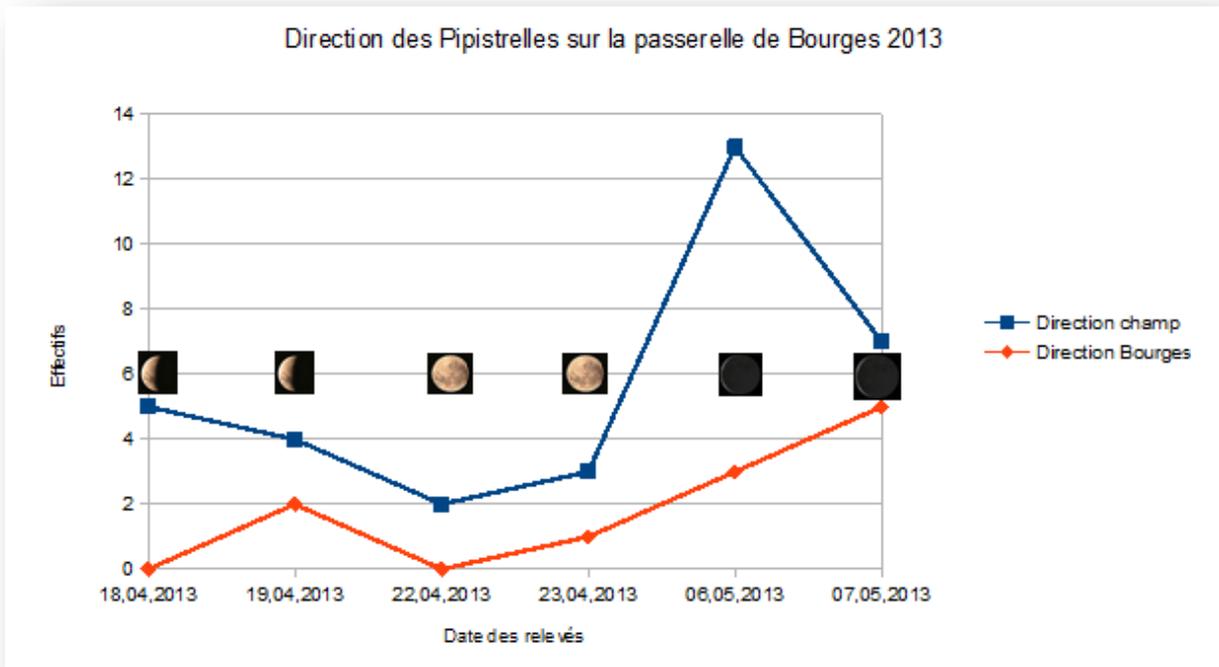


Figure 7 : Sur six nuits de relevés, quarante-cinq individus du genre *Pipistrellus* conservés, ont emprunté la passerelle et leurs directions ont pu être déterminées.

Le nombre d'individus empruntant la passerelle en direction du champ est supérieur à celui l'empruntant pour rejoindre la ville. De plus, les effectifs du genre *Pipistrellus* voient ses effectifs varier selon les phases lunaires, avec un minimum pour la phase de pleine lune et un maximum pour la phase de lune noire.

2.1.1. Test statistique sur la direction du genre *Pipistrellus*:

-Shapiro test : direction champ : p-value=0.2069, direction Bourges : p-value= 0.4522 >0.05, les distributions des effectifs se dirigeant vers le champ et vers Bourges suivent une loi normale.

-Test homogénéité des variances : p-value= 0.1405 > 0.5, l'hypothèse d'égalité des variances de ces deux échantillons ne peut être rejetée.

-Test de Student : **p-value= 0.06011 > 0.5**, les directions ne sont pas significativement différentes.

2.2. Direction des Pipistrelles de Kuhl :

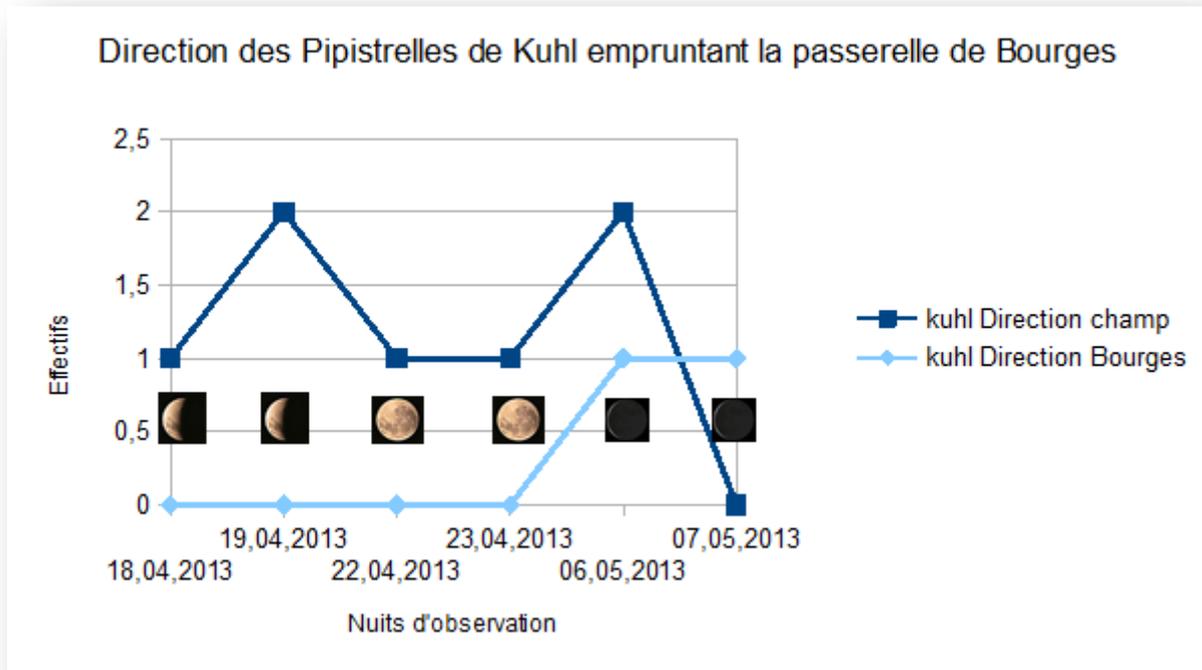


Figure 8: Neuf Pipistrelles de Kuhl ont été conservées et leurs directions ont pu être déterminées durant les six nuits d'observation.

Le nombre d'individus se dirigeant vers les champs est supérieur en moyenne à celui se dirigeant vers Bourges. L'effectif total reste faible avec 9 individus. Les deux jours de pleine lune connaissent la plus forte influence.

2.2.1. Test statistique sur la direction des Pipistrelles de Kuhl :

-Shapiro test : direction champ : $p\text{-value}=0.00135 < 0.05$, la distribution ne suit pas une loi normale.

Direction Bourges : $p\text{-value}= 0.2117 > 0.05$, la distribution suit une loi normale. Un test non-paramétrique est à réaliser.

Le nombre d'échantillons est de 2, et ils sont indépendants, ainsi le test de Mann Whitney s'avère le mieux adapté.

Test de Mann Whitney: **$p\text{-value}=0.06928 > 0.05$** . H_0 non rejetée, on ne peut pas affirmer qu'il y a une préférence de direction.

2.3. Direction des Pipistrelles communes :

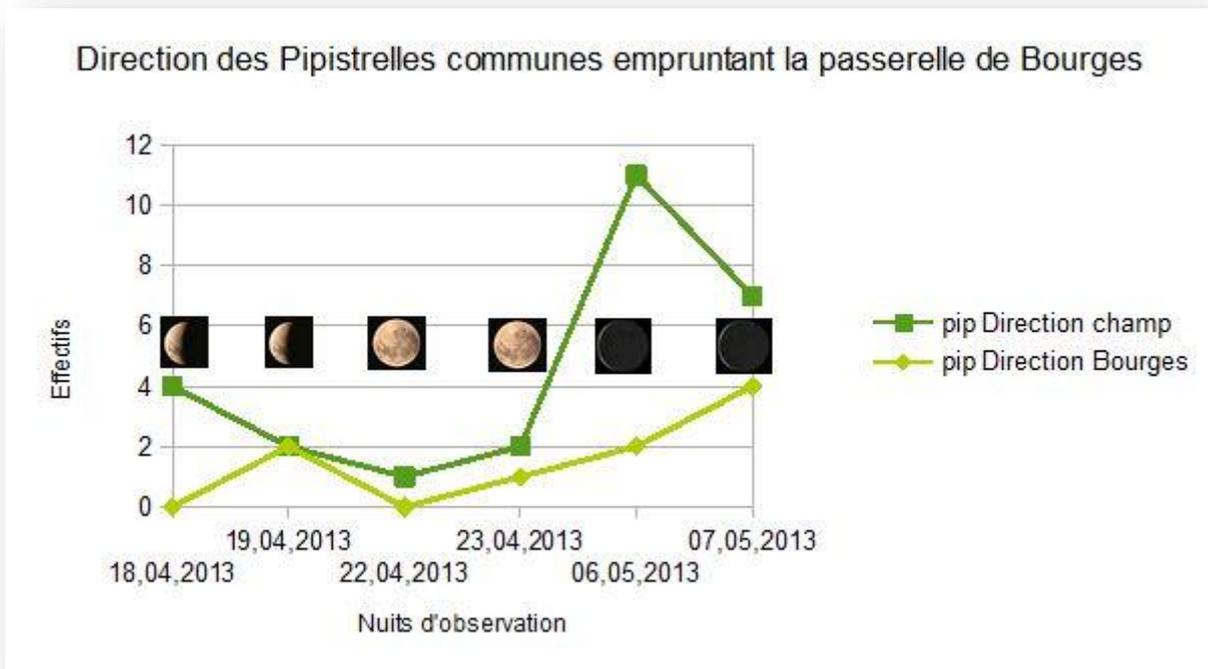


Figure 9: vingt sept Pipistrelles communes ont été conservées et leurs directions déterminées, durant les six nuits d'observation.

Les Pipistrelles communes se dirigeant vers le champ sont plus nombreuses que celles se dirigeant vers la ville. Pour les jours de lune noire, l'effectif atteint son maximum, et son minimum est atteint lors de phase de pleine lune.

2.3.1. Test statistique sur la direction des Pipistrelles communes :

-Shapiro test : Direction Bourges : $p\text{-value} = 0.2379 > 0.05$, la direction Bourges présente une distribution normale. Direction champ : $p\text{-value} = 0.38 > 0.05$, la direction champ présente une distribution normale.

-var test : $p\text{-value} = 0.062 > 0.05$ la distribution est homogène.

-Test de Student : $p\text{-value} = 0.105 > 0.05$, il n'y a pas de différence entre les directions.

2.4. Trajectographies de Pipistrelles communes :

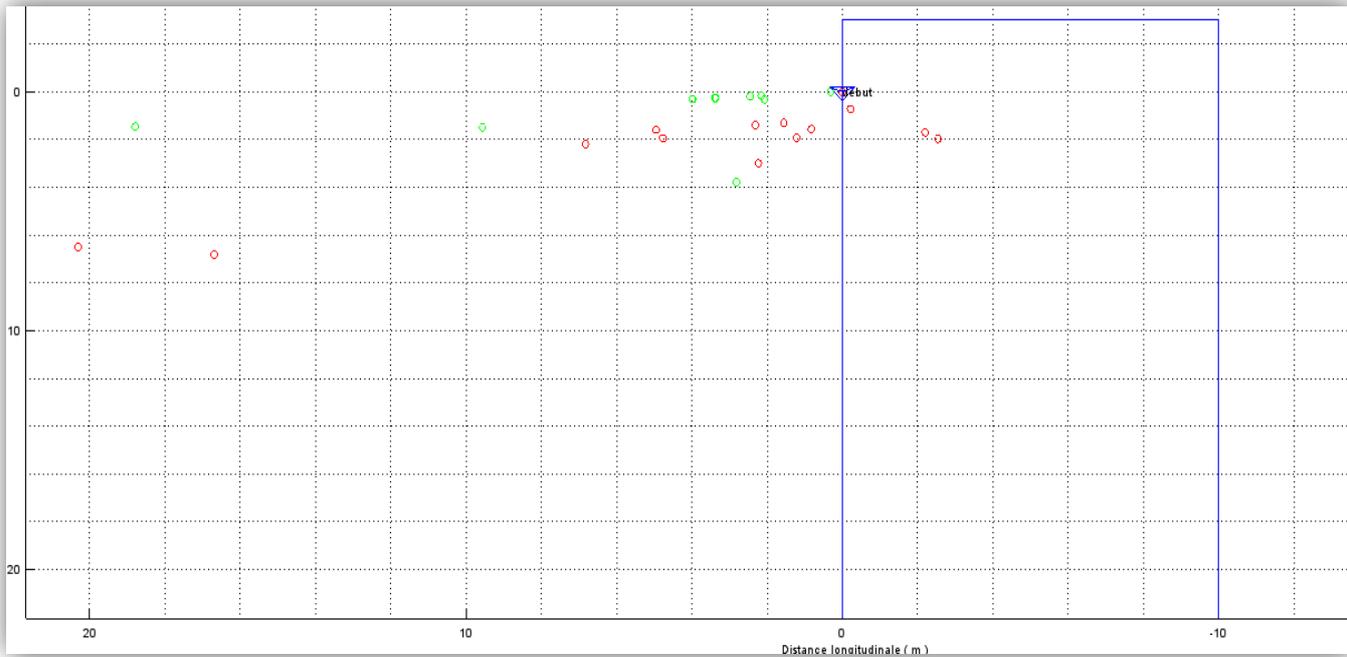


Figure 10 : une trajectoire vue du ciel, de Pipistrelle commune réalisée par Cyberio, aux abords de la passerelle, modélisée par le rectangle bleu. Le triangle bleu correspond à l'emplacement de l'antenne.

L'individu au départ est détecté proche de l'antenne, puis s'en éloigne, empruntant le merlon orienté Ouest.

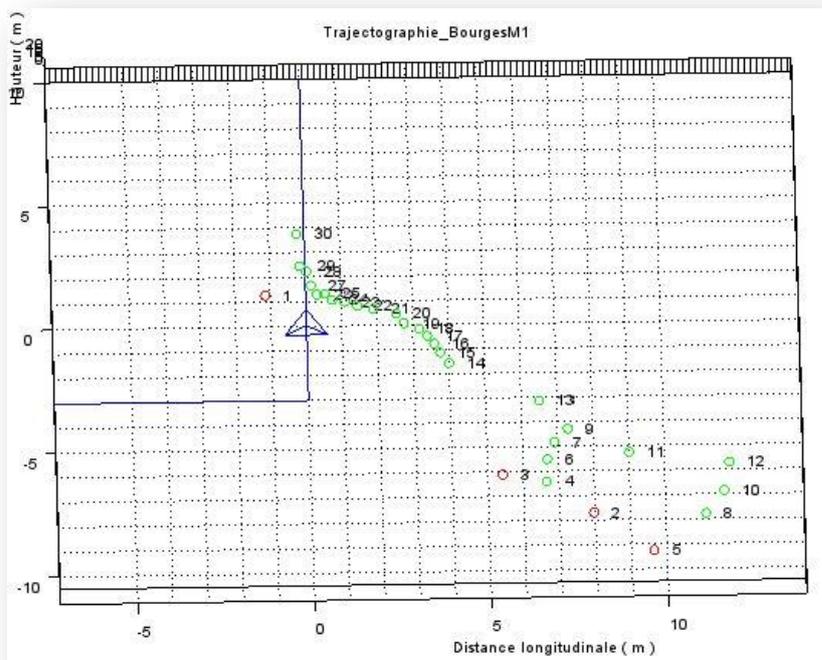


Figure 11 : Trajectoire d'une seconde Pipistrelle commune vue du ciel.

La chauve-souris provient du merlon orienté Ouest, puis va se placer en prolongement de la passerelle. Elle se dirige vers le champ. Les points 1 à 13 sont trop loin de l'antenne pour être modélisé correctement, ils ne sont pas à considérer. Les points 14 à 30 se suivent parfaitement décrivant une trajectoire nette.

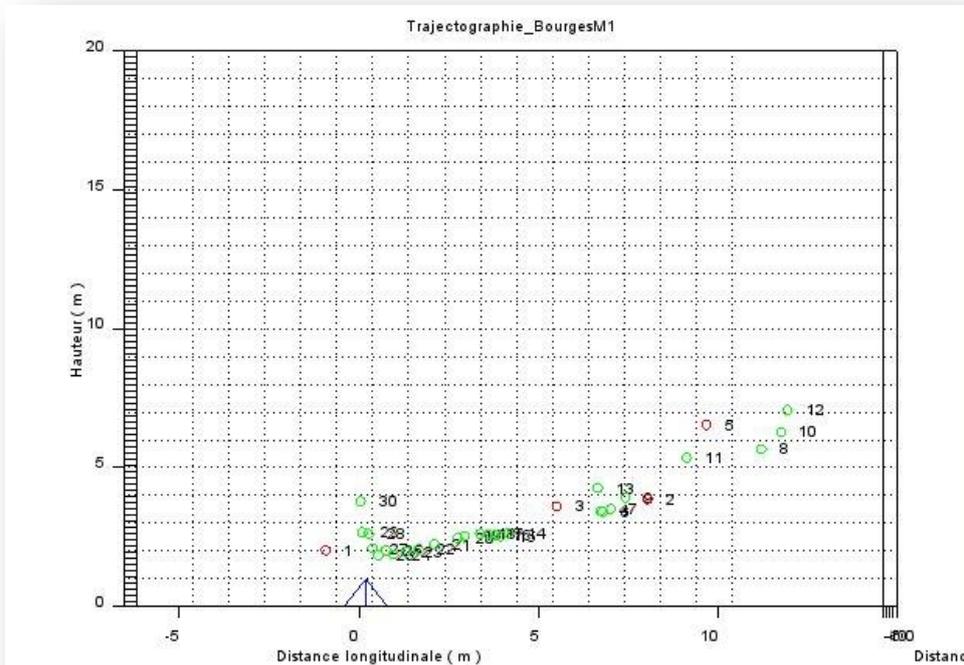


Figure 12 : Trajectographie de la seconde Pipistrelle commune en altitude, vue orienté sud. L'altitude de vol peut être déterminée ici, avec une hauteur de 4m maximum.

3. Discussion

Les six sorties ont été effectuées avec des conditions météorologiques (saison, température, vent) adéquates. Différentes phases lunaires ont pu être testées, connues pour influencer l'abondance des individus en transit. La phase lunaire était d'une demi-lune, 50% de visibilité pour les 18 et 19 avril et d'une pleine lune, 86 et 93%, pour les 22 et 23 avril 2013. Les dates du 6 et 7 mai correspondent à une phase de lune de 16% et 9%, n'apportant pratiquement aucune luminosité [www.calendrier-365.fr]. C'est à cette période que les flux sont les plus importants, ceci n'a pas été testé statistiquement, mais les observations concordent avec le rapport de Le Gouil, 2012 réalisé au Muséum de Bourges sur l'influence de la lune sur les transits, qui montre une corrélation négative entre la luminosité et le flux d'individus, mais qui restera non significative. Durant ces phases lunaires de forte luminosité, le flux d'individus reste faible même pour les espèces comme les Pipistrelles (Figure 7), présentant une tolérance à la lumière un peu plus forte que les Rhinolophes par exemple espèce lucifuge.

Les données récoltées sur la direction (Figure 7) ne nous permettent pas d'affirmer qu'il y a un sens préférentiel emprunté par les Pipistrelles sur la passerelle, puisque le test statistique nous donne une $p\text{-value}=0.06011 > 0.05$. Cependant, le résultat se rapprochant très fortement de 0.05, nous pouvons tout de même suggérer que les Pipistrelles ont pour tendance de quitter la ville pour se diriger vers la campagne et les champs. Celle-ci reste compréhensible puisque leurs gîtes d'été sont urbains et que la campagne environnante regorge d'une diversité d'insectes plus importante. Ainsi, une partie des individus issus des 43 colonies urbaines de Pipistrelles recensées jusqu'à présent (données non exhaustives), environ 40 individus utiliseraient la passerelle pour regagner leur territoire de chasse.

Lorsque la séparation entre les deux espèces de Pipistrelle (figure 8 & 9) est faite pour l'analyse des directions, les résultats restent non significatifs. Le nombre total de Pipistrelles de Kuhl étant de 9, cet effectif est trop faible pour pouvoir définir une direction préférentielle, même si la $p\text{-value}$ se rapproche fortement d'une différence significative 0.06928 contre 0.05. Les résultats restent tout de même non significatifs, plusieurs raisons sont possibles. Tout d'abord le choix de l'emplacement de l'antenne sur la passerelle. La proximité avec les merlons, constitués de petits arbustes longeant la rocade, semblent être attractifs d'un point de vue alimentaire ou pour le transit, ce qui apporte des biais. Pour preuve, la trajectographie (Figure 10), présente une pipistrelle n'empruntant pas la passerelle et longeant le merlon situé à gauche de l'image. L'emplacement choisi, contraint par la longueur du câble Ethernet de 10m, s'avère peu optimum, car les individus qui suivent le merlon, sont tout de même captés par les micros. Les trajectographies de la seconde Pipistrelle commune (Figure 11 & 12), réconforte dans l'idée qu'elles pourraient utilisées la passerelle pour traverser la rocade. Certes rien ne peut être affirmé avec une seule trajectographie, cependant la nette trajectoire de l'individu se dirigeant vers la passerelle prolongeant ce linéaire, laisse confiant pour la suite des études. En ce qui concerne la vitesse de vol des individus, Cyberio ayant d'autres projets en cours autre que celui-ci, n'ont pu transmettre à temps leurs résultats.

Pour améliorer les relevés et capter des pipistrelles empruntant la passerelle, il serait plus judicieux de placer l'antenne au centre de celle-ci, relié avec un câble Ethernet plus long (40m), pour garder les observateurs hors de la passerelle. Seul le traitement en trajectographie donne la direction réelle des chauves-souris. Mais à l'heure actuelle la réalisation des trajectoires n'étant pas encore automatisé, sa réalisation prend encore trop de temps. L'idéal aurait été de réaliser une trajectographie complète pour chaque individu. Cette étude met en lumière la nécessité de la trajectographie et son utilité sur le terrain pour comprendre le comportement de vol des chauves-souris.

Ceci permet également de mettre en avant des espèces comme les Pipistrelles, qui sont souvent peu considérées du fait de leur ubiquité, et émettant des cris ultrasonores longues portées ne permettant pas de les localiser précisément. Ceci est à mettre en comparaison avec les espèces murmurantes, type Rhinolophes, qui peuvent être localisées qu'en deçà de 5m de distance, ce qui réduit les chances de l'intercepter et en fait un groupe rare. Cette étude apporte également un regard critique sur les anciennes études effectuées uniquement à l'Anabat® SD1 concernant les Pipistrelles, ne pouvant déterminer si cette espèce emprunte réellement la passerelle ou non.

L'antenne de Cyberio, s'avère opérationnelle pour la récolte de données et facilement transportable et utilisable sur le terrain pour toutes les études de comportement de vol de chauves-souris.

Remerciements :

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe du Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges pour son accueil et sa disponibilité, dans l'atelier comme dans la bibliothèque. Tout particulièrement, je tiens à remercier Laurent ARTHUR et Michèle LEMAIRE pour leurs enseignements, leurs disponibilités, leur convivialité et leur générosité. Merci également à Laurie BURETTE stagiaire chiroptères également, et partenaire. Merci à la société Cyberio et à Morgan CHARBONNIER, doctorant et concepteur de l'antenne pour sa collaboration enrichissante.

Références bibliographiques:

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Parthénopes, Biotope 544p.

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 1999. Les chauves-souris maîtresses de la nuit, Delachaux et Niestlé, 272p.

ARTHUR L. & LEMAIRE M. BARBOTTE Q., JAOUEN M., 2010. Étude de franchissement des voies routières par les chiroptères en transit, Synthèse 2010. Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges. 29p

BARATAUD M. & TUPINIER Y., 2012. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe, Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse, édition Parthénope, 344 p.

BEAUX C. & CHOTARD S., 2012, Revue générale des routes et de l'aménagement n°905, Un passage supérieur à chauves-souris pour maintenir les corridors écologiques. 44-45

CHEN CHIU et al., 2010, Effects of competitive prey capture on flight behavior and sonar beam pattern inpaired big brown bats, *Eptesicus fuscus*. The Journal of Experimental Biology 213, 3348-3356© 2010.

HAQUART A. & BAS Y., 2011, Franchissement routier par les chiroptères, Synthèse de données internes à BIOTOPE. 16 p.

HAYES,J.P., 1997, temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies, Journal of Mammalogy. 78 :514-524.

KERBIRIOU C. et al, 2012, Le suivi national des chauves-souris communes, un suivi de population?, Symbiose, n°28 Mars 2012.

SEIBERT A-M., SCHNITZLER H.U et al, 2013, Scanning Behavior in Echolocating Common Pipistrelle Bats (*Pipistrellus pipistrellus*), PLoS ONE8(4):e60752. Doi:10.1371/journal.pone.0060752

THERIAULT Diane H. et al, 2010, Reconstruction and Analysis of 3D Trajectories of Brazilian Free-tailed Bats in Flight, Boston University Computer Science Technical Report No. BUCS-TR-2010-027.

Site internet

<http://www.calendrier-365.fr/lune/calendrier-lunaire.html>

R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org>.

<http://www.geoportail.gouv.fr/donnee/51/cartes-ign>

ANNEXES

Annexe 1



<http://www.geoportail.gouv.fr/donnee/51/cartes-ign>



Annexe 2

Fiche terrain :
Trajectographie des Chiroptères

Date d'observation :

JJ/MM/AA : ____/____/____

Noms des observateurs :

Lieu :

Conditions climatiques :

Heure du coucher du soleil : ____ Heure du lever du soleil : ____
 Température à 21h : ____°C Température à 23h : ____°C

Vent :

- Nul
- Faible
- Moyen
- Fort

Temps :

- 
- 
- 
- 

Phase lunaire :

- 
- 
- 
- 

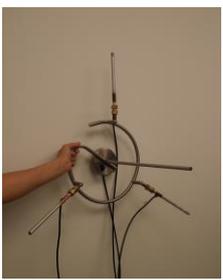
Configuration de l'antenne :



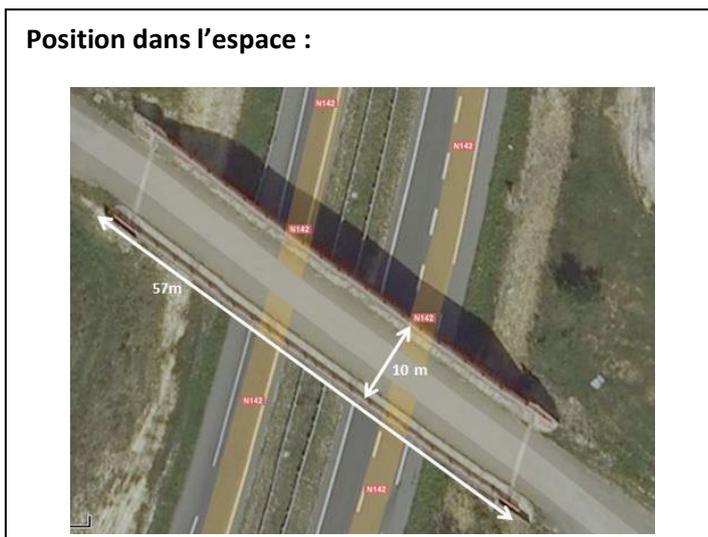
Voies : 



Voies : 



Voies : 



Remarque (s) :

Résumé :

L'exploitation des cris acoustiques est primordiale pour étudier le comportement des chauves-souris en activité, celle-ci ne procurant aucun stress pour l'animal. De plus, les conditions nocturnes ne se prêtent guère à l'observation à l'œil nu. Dans le cadre du Plan National d'Action Chiroptères (PNAC), différentes études voient le jour afin d'élaborer et de mettre en œuvre une méthodologie pour la prise en compte des chiroptères, lors de la construction et de l'entretien d'infrastructures et autres ouvrages d'art (PNAC, action 6). De même que pour évaluer l'efficacité de système de réduction d'impact des infrastructures de transport (PNAC, action 7). L'étude sur la passerelle de Bourges au-dessus de la rocade Est, s'inscrit dans cette démarche. Depuis quelques années, la trajectographie se développe pour les études de terrain en adaptant des modèles et des technologies provenant de laboratoire, ce qui demande un dispositif complexe et onéreux [CHEN CHIU et al., 2010 ; SEIBERT A-M., SCHNITZLER H.U et al, 2013].

Au cours de cette étude, l'utilisation d'une antenne de trajectographie développée actuellement par la société Cyberio, permettra de déterminer le comportement de vol, la direction, l'altitude et la vitesse de vol des Chiroptères en transit, aux abords de la passerelle située entre deux sites d'hibernations classés en zone Natura2000. Aucune préférence de direction ne pourra être établie, qu'elle concerne le genre *Pipistrellus* ou les deux espèces différenciées : *Pipistrellus pipistrellus* et *Pipistrellus kuhlii*. De même que l'utilisation de la passerelle ne pourra être établie du fait du manque de trajectographies réalisées. Cette nouvelle technologie d'antenne devrait tout de même, dans les années à venir considérablement évoluer et permettre d'évaluer tout type d'aménagements pour Chiroptères, s'inscrivant par exemple dans le Plan National d'Action Chiroptères.