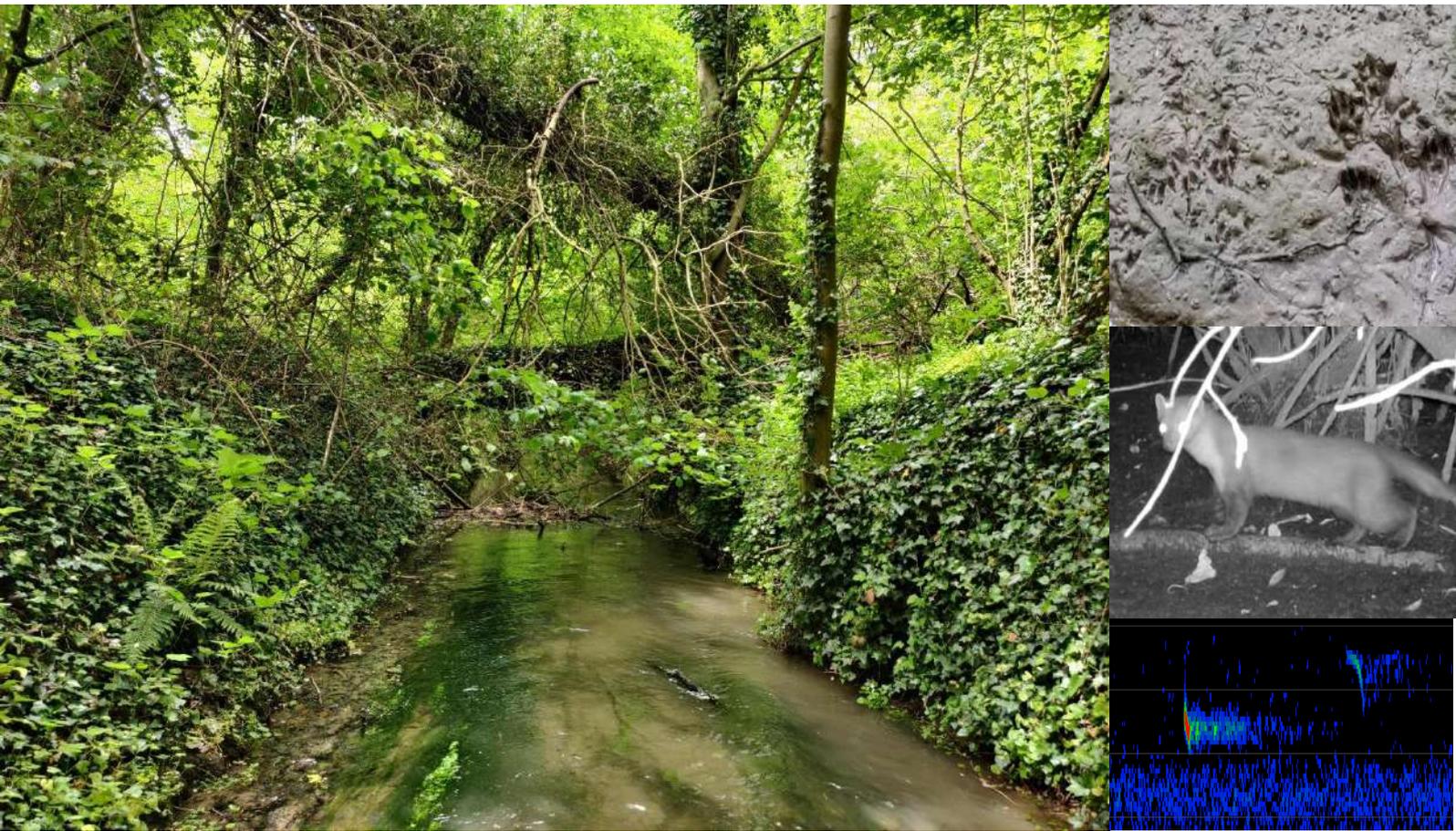


Mémoire M2 master Biodiversité Ecologie Evolution (BEE) parcours ECIRE

Etude des mammifères terrestres et des chiroptères

Détermination d'indicateurs de la qualité des ripisylves

Aurélien BIRO



[De gauche à droite et de haut en bas] Photos : D'une ripisylve étudiée, de recherche de traces, d'une fouine capturée sur piège photographique et d'analyse de son de Barbastelle d'Europe en expansion de temps, © Aurélien BIRO

Date de soutenance : 27 septembre 2022

Année : 2021-2022

Maîtres de stage : Thomas HERMANT & Lucie DUTOUR

Structure d'accueil : Picardie Nature

Remerciements

Je souhaite remercier mille fois Thomas Hermant et Lucie Dutour mes maîtres de stage à Picardie Nature, pour tout ce que vous m'avez apporté pendant ces 6 mois de stage. Merci de m'avoir fait confiance pour lancer cette étude, et merci pour tout ce que j'ai pu apprendre grâce à vous. Votre gentillesse et votre pédagogie m'ont apporté beaucoup durant ce stage.

Je tiens également à remercier Antoine Pudepièce « Co-Co-maître de stage » et passionné inconditionnel des chauves-souris, avec qui les prospections de terrains furent bien plus instructives et remplies de surprises. Merci pour le temps que tu m'as consacré notamment pour l'analyse de sons et pour l'accompagnement sur mes terrains.

Merci à toute l'équipe de Picardie Nature pour leur accueil ... incroyable. J'ai vraiment adoré chaque conversation, chaque échange. Et bien sûr une pensée particulière pour mes collègues du 2^{ème} étage, mention spéciale pour Vicky ! Sans omettre l'équipe de Faune et bâti pour les bons moments que nous avons passés ensemble, j'ai beaucoup appris en faisant du bénévolat avec vous.

Merci à tous ceux qui m'ont accompagné sur le terrain, pour venir m'aider et découvrir mes missions (Antoine, Pauline, Isaure, Ulysse, Léa, Maud, Laure, Dune, Jean-Michel). Je ne peux pas ne pas avoir une pensée pour l'odomètre (ou route-mètre), véritable pierre angulaire de l'étude, d'une fiabilité incroyable même dans les pires « chemins ».

Je ne tiens pas à remercier les personnes qui nous ont volé 3 de nos pièges photos !

Enfin pour clore les remerciements Picards, merci à Jean-Michel ou JM ou Jean-Mi, une des premières personnes rencontrées lors de mon premier jour et véritable soutien, j'espère que nous nous reverrons sur le terrain Picard un de ces jours.

Merci à Julie Marmet du CESCO, pour m'avoir fait découvrir cet univers et ces espèces si passionnantes, je n'aurais probablement pas fait autant de soirées à pourchasser des chauves-souris.

Christian Kerbiriou également du CESCO pour toutes les connaissances et la méthodologie que tu m'as apportés depuis 2 ans.

Enfin un remerciement respectueux à l'ensemble de l'équipe enseignante du master BEE. Partir de 0, arriver en écologie avec presque aucune notion n'était pas chose aisée, mais je vous remercie tous pour vos enseignements qui m'ont permis d'en arriver là. JB, j'espère encore que le pari en valait le coup, merci à toi pour tous tes conseils !

Structure d'accueil

Picardie Nature, est une association de type « loi 1901 » orientée sur la protection de l'environnement. Fondée le 4 mars 1970, l'association se nommait à l'origine : « Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Picardie » ou (GEPOP). Elle est également membre de France Nature Environnement (FNE), qui est la fédération française des associations de protection de la nature et de l'environnement.

Ces principales missions sont : œuvrer à la préservation de l'environnement, œuvrer à la conservation de la biodiversité (flore et faune sauvages, en particulier les vertébrés). Contribuer à l'éducation, réaliser des études, des recherches, des enquêtes sur la flore et la faune sauvage, en particulier les vertébrés ou encore mener des actions en justice.

En 2021, Picardie Nature était constituée de 31 salariés dont 12,5 permanents, de 510 adhérents dont 340 actifs. Cette même année, la structure a accueilli 7 stagiaires, ainsi que 15 volontaires en Service civique. L'association est également à l'origine de la création de sa propre base de données créée en 2009 et nommé Clicnat, (<https://clicnat.fr/>). Permettant un suivi à l'échelle régionale des bases de la faune sauvage, ainsi qu'améliorer les connaissances à l'échelle locale. C'est dans ce cadre que l'association, réalise plusieurs atlas sur les mammifères avec les soutiens de la Coordination Mammalogique du Nord de la France (CMNF) et le Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord – Pas-de-Calais (GON).

La structure est divisée en 4 équipes :

- ▶ L'équipe administrative
- ▶ L'équipe Etude de la faune sauvage (à travers 15 réseaux taxonomiques)
- ▶ L'équipe découverte et sensibilisation à la nature et l'environnement
- ▶ Et l'équipe Faune protégée et bâtiments

Le budget annuel est de 1 647 000 € dont 481 300 € de bénévolat valorisé. La structure est cofinancée par le Fond Européen de Développement Régional (FEDER), le conseil régional des Hauts-De-France, les conseils départementaux de la Somme, L'Aisne et l'Oise, la DREAL, L'Etat Français ainsi que l'agence de l'eau du Bassin Artois-Picardie.

Table des matières

Remerciements	
Structure d'accueil	
I - Introduction	2
II – Matériel, méthode et plan d'échantillonnage	5
1) Territoire d'étude et sélection des tronçons étudiés	6
A) Territoire d'étude	6
B) Sélection des tronçons étudiés	6
2) Etude des paramètres structurels et typologiques des ripisylves à l'aide des IBC	7
A) Matériel utilisé.....	7
B) Paramètres relevés et méthodes utilisées	8
3) Etude des mammifères terrestres	10
A) Recherche de traces et d'indices	10
B) Piégeage photographique.....	11
4) - Etude des chiroptères	12
5) Analyse statistique	14
III – Résultats	17
1) IBC	17
2) Résultats pour les chiroptères	20
3) Résultats pour les mammifères terrestres	24
IV - Discussion, limites et perspectives	29
1) Evaluation de la qualité des ripisylves	29
2) Relation avec les mammifères comme indicateurs de qualités	31
V – Conclusion	35
VI – Bibliographie	36
VII – Annexes	40
Annexe 1 : Annexe 1 : Carte des sites de la zone d'étude	40
Annexe 2 : Carte des sites d'échantillonnage avec parcours	41
Annexe 3 : Liste matériel utilisé pour l'étude.....	42
Annexe 4 : Fiche relevé IBC	43
Annexe 5 : Réalisation des complexes pour l'étude des chiroptères.....	46
Annexe 6 : Exemple de calendrier pour la pose et la récupération des détecteurs acoustiques	47
Annexe 7 : Regroupement des habitats en « milieux » (couche :Corine land Cover 2010).....	47
Annexe 8 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de toutes les espèces	48
Annexe 9 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de toutes les espèces.....	48
Annexe 10 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude des Pipistrelles communes.....	49
Annexe 11 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude des Pipistrelles communes.....	49
Annexe 12 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres.....	50
Annexe 13 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres.....	50

I - Introduction

En France, selon le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, les milieux humides représentent environ 23% du territoire métropolitain (soit plus de 13 millions d'hectares). Pour autant, ces données indiquent également que la moitié des zones humides françaises auraient disparu en l'espace de 40 ans (de 1960 à 1990).

Plus localement, le bassin Artois Picardie suit également cette tendance (Observatoire de la biodiversité hdf, 2011). Cet ensemble d'habitats uniques est donc fortement menacé à l'échelle locale, comme nationale. Parmi ces habitats, les ripisylves, également appelées forêts alluviales, sont des boisements situés à moins de 20 mètres de large de la berge (CRPF Nord-Pas De Calais Picardie, 2009).

Ces dernières sont des éléments clés dans le maintien et la gestion de l'hydrosphère comme de la biosphère. Elles jouent dans un premier temps un rôle de corridor écologique pour de nombreuses espèces, (Kristiana L.Cockle et John S. Richardson, 2002) mais aussi de stockage de l'eau en période de crue et de séquestration et production du carbone (Simon Dufour et Hervé Piégay, 2006). De plus, ce sont d'importants réservoirs à biodiversité, de nombreuses espèces utilisant ce milieu pour la reproduction, l'alimentation ou comme refuge (A. Evette et al., 2014). Les ripisylves servent également à prévenir l'érosion en compactant le sol à l'aide du système racinaire, mais également en ayant un effet coupe-vent. (Broadmeadow, S., et T. R. Nisbet, 2004). On retrouve aussi un rôle de limitation de l'eutrophisation, du fait des zones d'ombre qu'elles génèrent, même dans des cours d'eau eutrophes, ce qui permet de ralentir le développement des algues (Mouchet et al., 2017). De plus, cette même ombre permet une baisse de la température de l'eau favorisant une meilleure oxygénation pour la vie aquatique (CRPF Nord-Pas De Calais Picardie, 2009). Les nombreux avantages des ripisylves sont également expliqués par leur structuration divisée en deux dimensions.

- La première, spatiale, liée à son emplacement (un milieu aquatique avec le cours d'eau, un milieu terrestre avec la berge et boisé avec la végétation).
- La seconde, structurale, avec les différentes strates arbustives entre autres (Simon Dufour et Hervé Piégay, 2006).

Une évaluation menée par l'Agence de l'Eau Artois Picardie sur des linéaires d'environ 1500 km indique que 28% des ripisylves picardes sont considérées comme « en bon état », contre plus de 70% des tronçons en “mauvais ou très mauvais état”. L'élevage et le pâturage entre autres, impliquent une réduction des zones boisées afin de permettre aux bêtes de s'abreuver (L. Buono et al. 2019) . L'exploitation forestière est également une cause majeure de ce déclin avec les coupes à blanc et l'extraction du bois mort (D.Theobald et al.,2010; L. Buono et al. 2019). De plus, comme l'indiquent Khamlichi et al. (2008), il existe une diminution significative de richesse et de diversité en allant de l'amont vers l'aval. On peut se demander si cette affirmation n'est pas liée aux paramètres structurels et fonctionnels des cours d'eau (augmentation du débit, accumulation de nutriments...). De manière générale, ce sont les modes de gestion des ripisylves qui ne sont pas axés sur les paramètres de la qualité de ces forêts et le lien avec la biodiversité. Ces habitats sont en perpétuelle évolution, la gestion et l'entretien des ripisylves altèrent la dynamique de ces écosystèmes (L. Huylenbroeck et al.2019).

Ces facteurs de la dégradation des ripisylves sont d'autant plus inquiétants, à une époque où on ne cesse de constater, comme pour bon nombre de taxons, un déclin croissant des chiroptères et des mammifères terrestres. En effet, d'après les statuts de menace UICN, plus de la moitié des 21 espèces de chauves-souris présentes en Picardie sont menacées (statuts VU, EN, CR) ou quasi menacées (NT). En ce qui concerne les mammifères terrestres non volants, sur les 41 taxons évalués et 1 espèce sur 5 est menacée ou quasi menacée (figure 1).

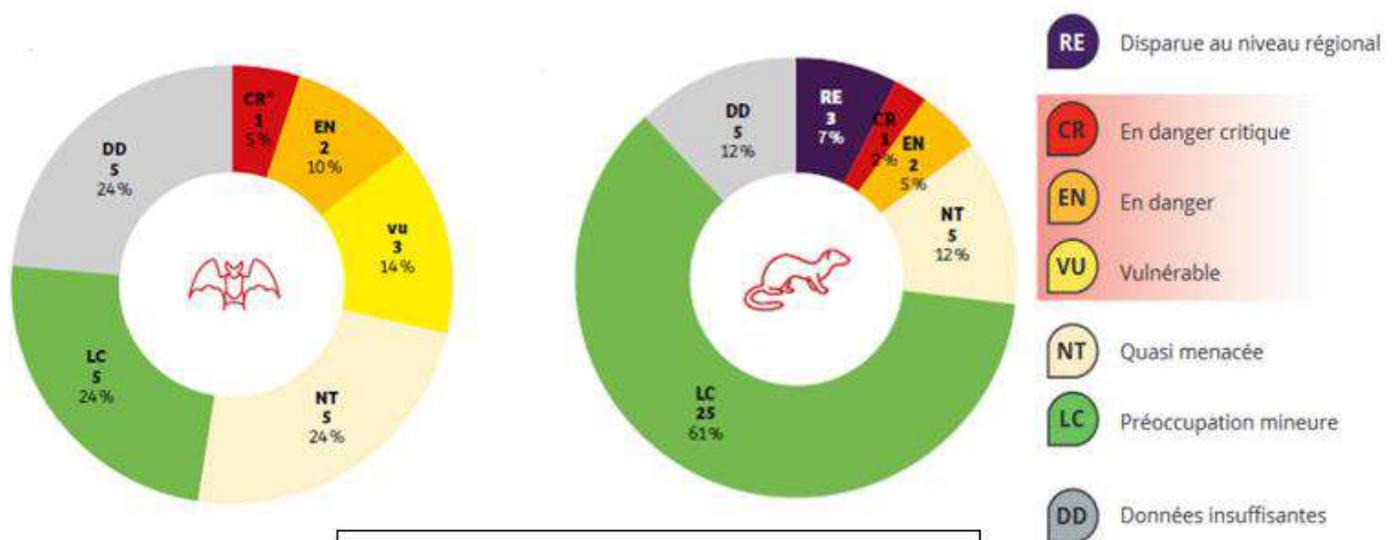


Figure1 : Liste rouge des chauves-souris et mammifères terrestres de Picardie (Picardie Nature 2017).

Parmi ces espèces menacées ou quasi menacées, certaines sont étroitement liées aux ripisylves, c'est le cas du Campagnol amphibie, évalué localement comme En Danger d'extinction ou le Murin de Bechstein, évalué Vulnérable et directement lié aux forêts alluviales sénescents (L.Buono et al., 2019). Il apparaît donc que la préservation de ces habitats uniques (inscrits en Annexe I de la Directive Habitats-Faune-Flore) est primordiale pour permettre une meilleure protection et conservation des espèces de mammifères présentes en Picardie.

C'est dans ce contexte que Picardie Nature a décidé de développer un projet pluriannuel (2022-2025) sur l'étude des ripisylves du bassin Artois Picardie. L'objectif principal de ce projet est d'aboutir à une meilleure préservation des ripisylves du bassin versant, tout en apportant aux structures gestionnaires les outils nécessaires pour atteindre cette finalité. Le projet s'articule autour de plusieurs axes principaux :

- ▶ La caractérisation des ripisylves,
- ▶ Assurer le suivi d'espèces cibles prioritaires (comme le Crossope aquatique ou la Barbastelle d'Europe)
- ▶ La mise en place d'une méthodologie cartographique pour caractériser la fonctionnalité des ripisylves pour les chiroptères et les mammifères terrestres,
- ▶ Un travail de veille sur la présence des mammifères patrimoniaux ou d'espèces exotiques envahissantes sur les différents cours d'eau,
- ▶ L'étude de la richesse spécifique en mammifères des différents cours d'eau.

A partir de ces suivis, la finalité est de comprendre quels sont les paramètres influençant l'activité mammalogique sur les ripisylves en croisant les résultats obtenus via les suivis de mammifères avec les caractéristiques des ripisylves étudiées. Ainsi, il sera possible de définir des indicateurs de la qualité et de la fonctionnalité des ripisylves permettant aux structures gestionnaires des cours d'évaluer leur stratégie d'aménagements et de restauration des ripisylves et de l'adapter.

Pour pouvoir répondre à cet objectif, il est important de mettre en place un protocole standardisé et répliquable, permettant l'évaluation la plus complète des ripisylves, avant de pouvoir le lier à un plan d'échantillonnage plus global permettant l'étude des mammifères terrestres non volants ainsi que des chiroptères. Par la suite, les résultats seront analysés indépendamment d'un taxon à l'autre avant de faire l'objet d'analyses statistiques. Enfin, nous reviendrons sur des hypothèses

réalisées en amont lors du plan d'échantillonnage, et évoquerons les perspectives afin de renforcer le protocole qui sera mis en œuvre dans les prochaines années de l'étude. Afin d'évaluer l'impact des paramètres structurels des ripisylves sur les espèces cibles étudiées et ainsi de définir des indicateurs de la qualité des ripisylves les plus adaptés à la prise en compte des mammifères.

Notons enfin qu'initialement, cette étude avait fait l'objet de premiers échanges et d'une première demande de subvention auprès de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie pour débuter en 2022. Cependant, cette demande a finalement dû être retravaillée tardivement pour répondre aux exigences de l'agence de l'eau, ce qui a contraint Picardie Nature à revoir l'organisation complète de ce projet et donc de repousser d'un an le lancement de l'étude complète telle qu'elle avait été imaginée. En effet, Picardie Nature avait déposé un projet à l'échelle de la partie picarde du Bassin Artois-Picardie, et l'Agence de l'Eau a souhaité de son côté que l'association travaille à l'échelle de l'ensemble du bassin et associe donc les acteurs du Nord-Pas-de-Calais. C'est cette phase de concertation entre acteurs, toujours chronophage, qui a contraint toutes les parties à décaler le planning prévisionnel d'un an, pour un lancement complet du projet en 2023 (sous réserve de validation de la demande de financements sous ce nouveau format). Face à cette situation, l'association a tout de même souhaité lancer dès 2022 une première phase de test, en format réduit, afin de pouvoir commencer à tester la méthode et donc les protocoles, et les adapter au mieux au contexte local. Le protocole ainsi que le plan d'échantillonnage (étude génétique des micromammifères, piégeage photographique ...), ont donc dû être revus à la baisse lors de la réalisation de ce stage.

II – Matériel, méthode et plan d'échantillonnage

Du fait de la phénologie fortement liée à la saison pour les mammifères terrestres et surtout les chiroptères, mais également pour faciliter les mesures liées aux indicateurs de qualité des ripisylves, un calendrier de terrain a été mis en place (Figure 2).



Figure 2 : Chronologie des principales

1) Territoire d'étude et sélection des tronçons étudiés

A) Territoire d'étude

Les choix réalisés lors du plan d'échantillonnage sont primordiaux, ainsi la population statistique définie dans ce cadre permettra d'orienter les choix faits pour les 3 années à venir. Par ailleurs, la zone d'étude échantillonnée au cours de cette première année ne représente pas l'intégralité de la zone qui sera suivie dans les trois ans à venir, à savoir le Bassin Artois-Picardie dans son intégralité. En effet, en 2022, lors de cette phase test, le territoire d'étude a été volontairement réduit à la partie picarde du bassin (Annexe 1 : Carte des sites de la zone d'étude). Cette année, ce sont 15 ripisylves qui seront échantillonnées, à cela s'ajoute une ripisylve ayant un rôle dit « témoin ». A l'avenir, le protocole devrait se répartir sur l'ensemble du bassin avec 10 ripisylves par département.

B) Sélection des tronçons étudiés

Chaque ripisylve sera échantillonnée sur un linéaire de 500 m de long pour 10 m de large, Chaque ripisylve sera échantillonnée sur un linéaire de 500 m de long pour 10 m de large, appelé également bande riveraine (dans certains cas, et pour définir certains paramètres (connectivité), cette bande pourra être étendue à 100m). Ces derniers correspondent aux tronçons de cours d'eau les plus proches des points tirés aléatoirement (mesuré à l'aide de l'outil règle de QGIS). L'objectif de cette manœuvre est là encore de diminuer le biais d'échantillonnage qui pourrait arriver lors de la prospection de la ripisylve.

Toutefois, l'accessibilité aux ripisylves (par exemple, propriété inaccessible), ne permet pas toujours de respecter cette règle, deux possibilités sont alors à étudier :

- Une partie du tronçon ne peut pas être échantillonnée, alors on décale le transect afin de pouvoir rester le plus proche possible du point tiré aléatoirement.
- La majorité de la ripisylve ne peut pas être échantillonnée, dans ce cas la maille est retirée de la carte et un nouveau point est tiré aléatoirement ce qui est ici le cas pour 2 points [11 et 16]

La sélection de nos ripisylves a été réalisée à l'aide de SIG et du logiciel QGIS © (version 3.20 - Odense, avec une projection en Lambert 93). Un maillage de 5x5 km est appliqué à notre zone

d'étude correspondant à l'intersection de l'ex-région Picardie et du Bassin Artois-Picardie. Les mailles non échantillonnables, c'est à dire celles n'abritant pas de cours d'eau, sont éliminées grâce à la réalisation d'une intersection entre le réseau de mailles de 5x5 km et une couche du réseau hydrographique provenant de L'Institut national de l'information géographique et forestière (abrégié IGN). A partir de la grille restante, un tirage aléatoire de 15 points est réalisé, avec la condition qu'une même grille ne puisse contenir qu'un seul point. L'objectif est de diminuer le biais d'échantillonnage des ripisylves que pourrait engendrer un choix dirigé des tronçons. La présence d'un témoin sélectionné non aléatoirement et dont l'objectif est de tester une ripisylve d'une qualité la plus dégradée possible. Cela servira de référence notamment pour consolider le protocole pour étudier au mieux l'activité des espèces cibles et servir de contrôle de qualité minimum.

Avant de s'engager dans les suivis de terrain, une dernière vérification est réalisée à l'aide de l'outil Google Street View ©. L'objectif est d'être préparé aux éventuelles difficultés d'accès (propriétés privées, impossible de franchir la ripisylve car trop dense...) et de limiter les pertes de temps liées à ces paramètres. Toutefois il est important de prendre en compte le fait que certaines zones d'accès aux ripisylves ne sont pas disponibles sur le logiciel, ou ne sont pas actualisées depuis presque 10 ans. Dans ce cas précis, cette étape a parfois pu perdre de son intérêt.

Afin de faciliter les déplacements sur le terrain et répondre aux contraintes du matériel disponible pour l'étude (nombre de détecteurs acoustiques et de pièges photographiques), les 16 ripisylves seront regroupées en 4 parcours de 4 points pour faciliter le travail de prospection (Annexe 2 : Carte des sites d'échantillonnage avec parcours).

2) Etude des paramètres structurels et typologiques des ripisylves à l'aide des IBC

A) Matériel utilisé

La première étape sur le terrain est donc la prospection de la ripisylve, comme évoqué plus tôt. L'objectif ici est de se rendre sur place afin de vérifier l'accessibilité du site sur les 500m définis pour l'étude. Pour aider à la mesure du transect, 2 méthodes sont utilisées afin de limiter le biais d'échantillonnage du transect.

► Le premier est l'utilisation d'un odomètre (Annexe 3 : Liste matériel utilisé pour l'étude) permettant une mesure précise sur le terrain pour de grandes distances. Lorsque le terrain est trop impraticable pour la roue de l'odomètre, un décamètre est alors utilisé en complément.

► La seconde est la vérification en SIG des points GPS relevés au début, au milieu (250m) et à la fin du transect (relevés effectués à l'aide de l'outil google maps). Bien qu'une incertitude existe avec les systèmes GPS, ceux-ci servent principalement à contrôler l'écart entre mesures in-situ et SIG, et à recalculer avec certitude la géométrie des tronçons sous SIG.

B) Paramètres relevés et méthodes utilisées

Une fois la sélection des 16 tronçons de ripisylves confirmée sur le terrain, l'évaluation de la qualité des sites peut commencer. Pour ce faire, l'étude utilise la méthode des IBC ripisylves (Indices de Biodiversité et de Connectivité), développée par l'association *France Nature Environnement Auvergne-Rhône-Alpe* (FNE-Aura, 2020). Un relevé d'IBC se fait sur un linéaire de 500m de long par 10m de large au maximum, sur une unique berge. Selon la configuration du site, deux procédés existent. Quand la circulation sur le site est facile, le relevé peut être fait en plein (il suit donc l'intégralité du linéaire). En revanche, lorsque la rive est plus difficile d'accès mais que le relevé est réalisable, il est possible de réaliser un relevé par point permettant une évaluation de 50% du relevé avec des transects de 25 m effectués tous les 100m (Voir figure 4). Les résultats du relevé sont compilés sur une fiche dédiée. Cette dernière est composée de 15 catégories (Annexe 4 : Fiche relevé IBC 4) réparties en 4 facteurs pour obtenir une note finale sur 100 :

- Facteurs liés au peuplement et à la gestion (/35)
- Facteurs liés au contexte (/15)
- Facteurs liés aux perturbations du milieu (/10)
- Facteurs de connectivité (/40)

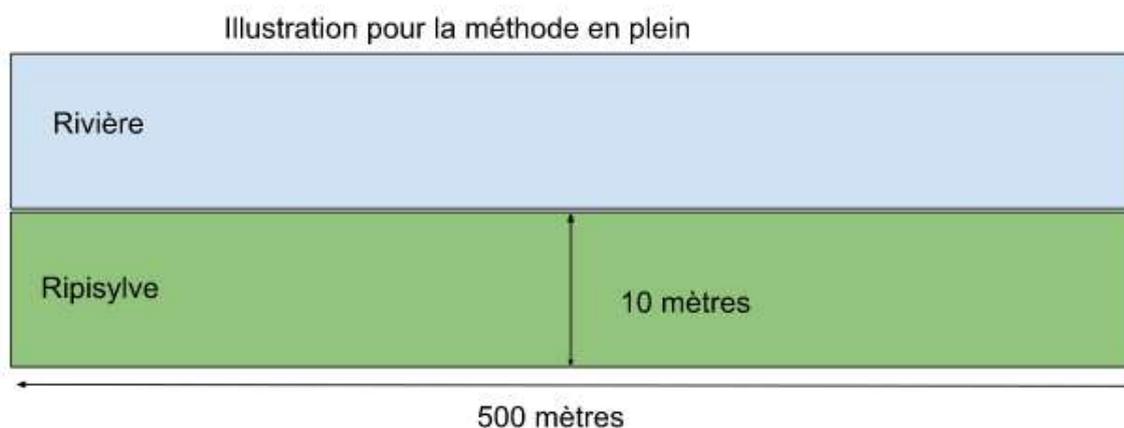


Figure 3 : Illustration de la méthode de relevé en plein

Illustration pour la méthode de relevé du parcours en points

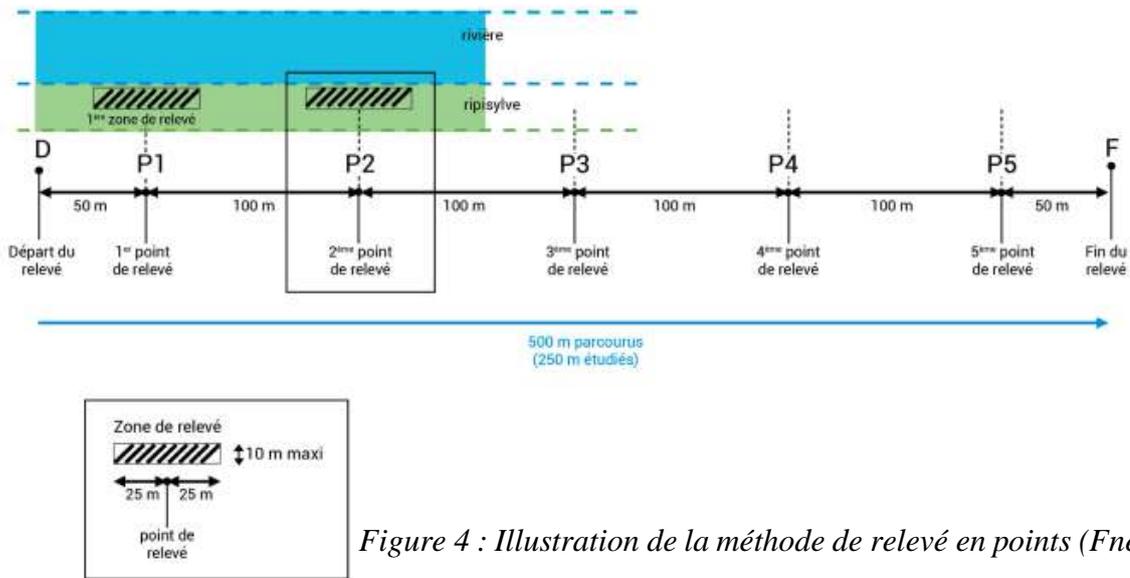


Figure 4 : Illustration de la méthode de relevé en points (Fne-aura 2021).

Chaque catégorie permet d’attribuer jusqu’à 5 points à la ripisylve étudiée lorsque les critères concernés sont bien respectés, ces critères pouvant varier selon un échantillonnage en plein ou en point. Dans notre cas, les 16 ripisylves sont toutes échantillonnées en plein. La majorité des relevés d’IBC a été réalisée en un passage lors de l’étape de prospection des ripisylves (au mois d’avril), seul le critère K « présence d’arbres et d’espèces exotiques envahissantes » a été réalisé durant la pose des micros à ultrasons début mai, afin de permettre une observation plus aisée des espèces exotiques envahissantes. Chaque ripisylve a par ailleurs été échantillonnée et validée par le même observateur pour limiter tout biais d’observation supplémentaire.

Il existe 3 types de tâches à réaliser pour compléter les différents critères :

- ▶ Le comptage (très présent pour les facteurs liés au peuplement, par exemple, le nombre de bois morts). Lorsque la valeur maximale est atteinte, le comptage pour le critère en question est terminé.
- ▶ Les descriptions guidées, qui consistent en des catégories à cocher ou non dans la ripisylve (par exemple le nombre de type de milieux humides le long du relevé).
- ▶ Le traitement SIG, utilisé presque uniquement pour les facteurs de connectivité (exemple : la distance au corridor écologique le plus proche).

Une fois le relevé terminé pour un site, il faut saisir la fiche correspondante en format numérique (indiquant le nom du relevé, la largeur du cours d’eau, la rive échantillonnée, etc). Pour cela, FNE-AuRa a produit un fichier Excel© (FNE-Aura, 2021), permettant de calculer automatiquement la note finale, tout en permettant de comparer les différents facteurs et leur poids

sur l'évaluation de la qualité de la ripisylve. L'avantage de la réalisation de ces transects de 500m avec une observation rigoureuse de la bande riveraine, mais aussi de permettre par la même occasion, de déterminer les endroits les plus favorables pour la pose des pièges photographiques et des enregistreurs pour étudier les chiroptères.

3) Etude des mammifères terrestres

Initialement, dans sa construction initiale, l'étude ciblait 3 objectifs orientés sur différentes catégories d'espèces : les espèces indigènes inféodées aux cours d'eau, les espèces exotiques envahissantes semi-aquatiques et plus globalement l'ensemble des espèces utilisant les ripisylves (pour la reproduction, l'alimentation, la dispersion, etc.). L'ambition visée est d'aboutir à la meilleure représentation possible de la richesse spécifique en mammifères présents au sein des linéaires étudiés. Pour ce faire, 3 méthodes étaient combinées :

- L'utilisation de pièges photographiques.
- La recherche de traces et indices (empreintes, fèces, reste de repas...).
- La pose de nest-tubes et de pièges à poils et crottes (par analyse génétique).

La combinaison de ces diverses techniques d'inventaire doit permettre d'obtenir des résultats sur l'ensemble des cortèges de mammifères terrestres non volants, allant des plus petites espèces au plus grosses.

Cependant, la problématique liée au financement de l'étude n'a pas permis de réaliser le protocole initial, se retrouvant amputé de l'étude génétique et de la pose des différents pièges et nest-tubes. Diminuant de ce fait la richesse spécifique présente dans nos ripisylves.

A) Recherche de traces et d'indices

La recherche de traces et indices possède deux intérêts majeurs pour l'étude des mammifères non volants. Le premier est de réaliser une première prospection pour la pose de pièges photos et vidéos en déterminant des endroits fréquentés favorables à la mise en place de ces derniers. Le second est la détermination d'espèces qui ne seraient pas captées par les autres méthodes, afin d'augmenter les possibilités d'évaluer au mieux la richesse spécifique des ripisylves échantillonnées. De plus, les pièges photos ne permettent pas nécessairement d'identifier tous les mammifères, notamment les

micromammifères. L'ajout d'identification d'empreintes, fèces et autres indices permet donc une meilleure représentativité du site.

Cette étape se déroule à minima le même jour que la pose des pièges photo et vidéo sur chaque site de l'étude. Pour ce faire, à la manière de la réalisation de l'IBC, la ripisylve est prospectée sur l'ensemble de sa zone d'étude (soit 500 m de long pour 10 mètres le large, c'est-à-dire la bande riveraine). L'ensemble des indices trouvés est examiné, et ces derniers sont identifiés quand leur qualité est suffisante. Une photo comportant une échelle prise à l'aide d'un mètre est systématiquement réalisée. Si l'identification ne peut être réalisée sur site ou en cas de doute, alors les photographies sont envoyées au réseau naturaliste des Mammifères terrestres de Picardie pour une identification plus robuste. La fin de la session de recherche se termine par la pose des pièges photos.

B) Piégeage photographique

Comme prévu initialement, la pose de pièges photographiques sur les ripisylves va aider à recenser partiellement les macro-mammifères terrestres et semi-aquatiques présents sur les sites échantillonnés. Cela permet dans un premier temps d'alimenter l'inventaire global de la richesse spécifique mais également, de réaliser une veille sur les espèces exotiques envahissantes et les espèces patrimoniales potentiellement présentes. Comme expliqué précédemment, le financement du projet ayant été reporté, la phase d'étude réalisée en 2022 a dû être réduite pour limiter son coût. Le choix d'abandonner toute la partie relative aux analyses génétiques, qui était la plus coûteuse, a donc été acté. Afin de compenser en partie cette contrainte, il a donc été décidé d'équiper chaque ripisylve 2 pièges photographiques (contre un seul prévu initialement). Le premier se focalise sur les macro-mammifères en réalisant des rafales de 3 photos par détection. Le second sera utilisé pour se concentrer sur les micromammifères et notamment une espèce à enjeu patrimonial, le Crossope aquatique, initialement ciblé par les analyses génétiques. Pour ce piège, le réglage est le suivant, en mode vidéo de 30 secondes à partir du déclenchement du piège, avec une forte sensibilité.

Les pièges seront posés sur une même ripisylve en même temps sur une durée de 15 jours avant d'être récupérés et analysés manuellement. Notons que la grande hétérogénéité des tronçons à échantillonner ne permet pas une consigne uniforme en termes de sites de poses, créant un biais d'échantillonnage lié au choix du lieu d'installation. Afin de permettre une pose limitant tout de même les biais, plusieurs critères permettront d'orienter le choix du lieu de pose le long du linéaire. Le piège « photo » à destination des macro-mammifères comportant un caisson de sécurité, un cadenas et un antivol, ce dernier sera moins contraint par le camouflage pour éviter le vol. Les critères seront donc

d'être dirigés vers le cours d'eau et la berge (sans pour autant de consigne particulière sur l'angle par rapport au cours d'eau) et ciblant plutôt un plan large. L'objectif étant de déterminer une richesse spécifique, la pose des pièges photo et vidéo sera biaisée lors de la recherche de traces et indices. Ainsi le piège photo aura tendance à être posé suivant une coulée, ou des traces et indices de macro-mammifères terrestres et/ou aquatiques. De même, comme évoqué plus tôt, les pièges vidéo ajoutés à la suite du changement de protocole se focalisent plutôt sur les micromammifères avec un accent mis sur le Crossope aquatique. Le piège aura donc tendance à être posé au niveau de « crottier », d'enracinement au niveau de la rive, ou dans le cas du Crossope, des enrochements notamment sous les ponts quand ces derniers sont présents. Le piège est alors positionné pour cibler une zone plus proche et plus restreinte de berge.

4) - Etude des chiroptères

Comme nous l'avons vu précédemment, de nombreuses espèces de chiroptères sont des « espèces d'intérêts » jouant un rôle de bioindicateur (CMNF 2021). Ses mammifères volants étant nocturnes, le meilleur moyen de réaliser une abondance même relative se fera grâce à l'étude de l'écholocation. Afin de déterminer les espèces, des détecteurs acoustiques dits passifs sont installés. Le principe de cet outil est d'enregistrer les ultrasons produits par les chiroptères. Afin d'évaluer une activité relative des chauves-souris sur le point d'écoute, un nombre de contacts par unité de temps est dénombré. Un contact correspond à une séquence d'ultrasons émis pendant une durée de 5 secondes. Les contacts sont associés à une espèce ou groupe d'espèces, et une activité. Les sons enregistrés sont analysés en expansion de temps sous un logiciel adapté (ici le logiciel Batsound®) afin de déterminer les espèces correspondantes. L'expansion de temps consiste à transformer un son inaudible à l'oreille humaine en un son audible en multipliant par 10 la durée de la séquence. Pour ce faire, nous utiliserons le logiciel Kaléidoscope®, dont l'objectif sera de couper les données enregistrées par le micro en fichiers sons de 5 secondes qui subiront alors une expansion de temps par 10. Le nombre conséquent de fichiers obligent à utiliser le logiciel Sonochiro® réalisant un premier tri des sons en identifiant les espèces à l'aide d'un indice de fiabilité allant de 0 à 10. Le logiciel n'étant pas fiable pour l'ensemble des espèces françaises (SFPEM 2014), nous ferons uniquement confiance au logiciel pour toutes les Pipistrelles Communes d'indice supérieur à 3.

De plus, du fait du nombre important de sons à écouter et de la difficulté à déterminer certaines espèces en acoustique sans une longue expérience dans ce domaine, il a été décidé de ne pas se focaliser à l'échelle spécifique, mais sur la réalisation de complexes souvent mis en place dans le

cadre d'études acoustiques. Ainsi les espèces difficilement différenciables sont réunis dans un même groupe (Annexe 5 : Réalisation des complexes pour l'étude des chiroptères).

Les deux derniers complexes sont gardés dans nos analyses, cependant bien que ces espèces soient simples à analyser et identifier, il s'agit principalement d'un indicateur de présence local. Le complexe des sérotules ne sera pas conservé dans les analyses, car ce sont des espèces de haut vol avec une forte détectabilité, n'ayant pas nécessairement un lien avec la qualité. En effet, du fait du nombre de contacts échantillonnés, leur poids statistique sera donc négligeable.

Sont mis à la disposition de l'étude 4 détecteurs acoustiques de type SM4-Bat, ces derniers sont programmés selon les réglages Vigie-Chiro du Muséum national d'Histoire naturelle. Ces derniers permettent de programmer nos détecteurs pour se lancer précisément 30 minutes avant le coucher du soleil et s'éteindre 30 minutes après le lever du soleil en prenant en compte la latitude et la longitude du territoire étudié. Cela permet d'enregistrer l'ensemble des contacts de chauves-souris sur une nuit complète. De plus, lors de la pose des détecteurs sur le terrain, il a été décidé de placer le micro sur des cannes à pêches sur une hauteur de 4m40 (Annexe 2). L'objectif étant de limiter la saturation de Murin de Daubenton, espèce spécialisée dans la chasse à la surface de l'eau ou « trawling » (A. Lopez-Baucells et al., 2016). Les détecteurs sont posés sur une durée d'une nuit (posés en journée et récupérés le lendemain). Du fait de la distance entre les ripisylves, 4 détecteurs seront posés le même jour (1 détecteur par tronçon). Afin de coordonner au mieux l'échantillonnage, les 16 ripisylves sont divisées en 4 parcours de 4 points. La veille de la possible mise en place des micros sur un parcours, la météo est vérifiée à l'aide du site *météociel* permettant d'observer les prévisions météo locales. Pour uniformiser le protocole et éviter un biais lié à la météo pour des espèces sensibles à ce paramètre, on conservera les consignes d'échantillonnages utilisées dans le cadre des protocoles points fixes de Vigie-chiro.

- Pas de pluie prévue
- Pas de prévisions de rafales de vent supérieures à 30 km/h
- Une température relativement clémente en début de nuit, seuil à ajuster selon le contexte local (ex : 12°C dans le Bassin parisien, 6-8°C en haute montagne, 15°C en contexte méditerranéen, etc)

Si les conditions sont validées, nous pouvons poser le lendemain sur les 4 ripisylves (bien que cela ne limite pas totalement l'effet météo). Afin d'éviter un biais lié aux changements du cycle de vie des chauves-souris (migration, mise bas, envol des jeunes, ...), l'intervalle dans la pose des détecteurs

entre deux parcours sera réduit au maximum (2 parcours par semaine). Enfin, cet échantillonnage sera répliqué 2 fois, soit 3 nuits d'écoutes par ripisylve espacé de 2 à 3 semaines maximum pour les changements phénologiques (Annexe 6 : Exemple de calendrier pour la pose et la récupération des détecteurs acoustiques). En ce qui concerne le placement des SM4, viser une standardisation avec des critères stricts et homogènes pour la pose est relativement complexe. L'aléatoire est également une solution compliquée. En effet, deux critères influencent fortement le choix du site de pose du détecteur :

- 1) La discrétion , car il s'agit de matériel onéreux de plus de 1300€, le vol n'est donc pas permis.
- 2) La typologie du site, un micro posé dans un branchage épais ne captera que du bruit parasite par exemple.

On sélectionne donc la zone de notre linéaire cochant le plus de critères : facilement camouflable, possibilité de fixer la canne à pêche de 4m40, le micro orienté vers le cours d'eau sans être obstrué par des branches. A cela, on peut ajouter que l'arbre abritant le micro sera le plus proche de la rive possible (dans le cas de plusieurs possibilités dans la pose du détecteur). Enfin, on réalise l'analyse acoustique à l'aide du protocole évoqué plus haut. L'analyse des sons obtenus après traitement se fera à l'aide du logiciel Batsound[®], principalement utilisé dans la détermination acoustique M.Barataud (2020). Enfin, on étudiera le nombre de contacts pour chaque complexe pour la suite de nos analyses.

5) Analyse statistique

Pour les analyses statistiques, le logiciel RStudio (Versions 3.6.1 - ©2009-2021) a été utilisé. Diverses représentations graphiques et analyses statistiques seront réalisées en utilisant un seuil de significativité de 5%. A la suite de l'échantillonnage et de l'analyse des détecteurs acoustiques passifs et pièges photos, deux jeux de données distincts seront construits : le premier sur les chiroptères, le second sur les mammifères. A la suite de cela, 3 types d'analyses seront réalisés.

► Analyse de la qualité des ripisylves

Plusieurs variables sont directement liées à la détermination de critères de qualité des ripisylves. Les facteurs évoqués pour la réalisation des IBC. La note finale des IBC est une variable qui sera exploitée de manière quantitative à l'aide du résultat de 0 à 100, mais également de manière qualitative en 4 catégories avec les barèmes allant de « faible » à « fort ». Après l'attestation de la non-normalité de nos données, des tests non paramétriques de type Wilcoxon seront réalisés afin de déterminer si nos ripisylves sont de qualités significativement différentes. Ces analyses seront

réalisées sur le jeu de données des mammifères terrestres non volants, pour ne pas créer de biais avec les répliquats liés à la pose des détecteurs à chauves-souris durant 3 nuits.

Barème	Peuplement et Gestion (/35)	Contexte (/15)	Perturbations du milieu (/10)	Connectivité (/40)	Note IBC Ripisylves (/100)
Fort	[24 - 35]	[12 - 15]	[9 - 10]	[31 - 40]	[71 - 100]
Assez fort	[16 - 23]	[9 - 10]	[6 - 7]	[21 - 30]	[51 - 70]
Assez faible	[8 - 15]	[6 - 7]	[4 - 5]	[11 - 20]	[31 - 50]
Faible	[0 - 7]	[0 - 5]	[0 - 2]	[0 - 10]	[0 - 30]

Figure 5 : Barème des IBC

► Analyse statistique de la richesse spécifique des chiroptères

Le premier jeu de données sera focalisé sur les chiroptères. A la suite de nos analyses, le total du nombre de contacts d'un complexe d'espèce est sommé, l'objectif étant de réaliser une variable d'abondance relative par espèce/complexe. On peut ajouter une variable regroupant l'ensemble des espèces dans un même complexe, afin d'étudier un impact ou non sur l'abondance totale. En plus de ces variables, seront ajoutés les différents facteurs constituant la note de qualité des ripisylves (afin de tester leur poids dans la construction de l'indicateur de qualité), comme évoqué ci-dessus. La note finale des IBC sera également une variable présente accompagnée de son équivalent qualitatif, regroupant la qualité en 4 barèmes en fonction de la note. Cela permettra d'observer si les résultats obtenus pour des catégories de notations sont différents des résultats de comparaison des différentes IBC. Une variable comportant la date de pose des détecteurs ainsi que l'identification du répliquat et de la ripisylve échantillonnée seront également pris en compte. Enfin, afin de compléter l'analyse statistique et recontextualiser les différentes ripisylves dans leur environnement local, un tampon de 100m de chaque côté de la rive est réalisé. Ce dernier est ensuite intersecté avec la cartographie de l'usage des sols (Corine Land Cover de 2010). Les différents habitats sont regroupés en 4 milieux Anthropiques, Agricoles, Humides et boisées (Annexe 7 : Regroupement des habitats en « milieux » (couche source :). A l'aide du calculateur de QGIS, pour chaque ripisylve, la surface en hectares de chaque grand type d'habitats peut être calculée.

A l'aide de ces variables, les résultats seront visualisés graphiquement dans un premier temps, avant d'utiliser des tests de comparaison de moyenne (non paramétriques de), afin de déterminer les espèces ayant un poids significatif dans nos jeux de données et donc dans les ripisylves

échantillonnées. En respectant les conditions d'applications, nous allons réaliser des GLMM (du package TMB) à partir d'un multi-model-averaging, en ajoutant des effets aléatoires sur les sites et les jours de poses. Afin d'éviter des effets de la part de ces variables. Puis en vérifiant la multicollinéarité avec la fonction `vif`. Avant de terminer sur des analyses multivariées de type ACP.

► Analyse statistique de la richesse spécifique des mammifères non volants

Les variables utilisées dans ce jeu de données seront sensiblement les mêmes que pour les chiroptères. Cependant, la difficulté d'identification impose le calcul d'espèces minimal en couplant les identifications faites à l'espèce et celles réalisées à un niveau taxonomique supérieur (genre, famille...). Par exemple : si le taxon *Mulot sp.* est signalé sur un site, et qu'aucune donnée de *Mulot* au rang d'espèce n'est citée, alors le taxon *Mulot sp.* augmente d'une unité la richesse spécifique. Cela s'explique par la difficulté de détermination de certains micromammifères (genre *Arvicola*, ou encore *Apodemus*). L'autre différence expliquant l'utilisation d'un autre jeu de données est le nombre restreint d'échantillons. En effet, l'étude de chiroptères possède 2 réplicats soit 48 nuits échantillonnées selon le même protocole. Dans le cas des mammifères non volants, les différents types de suivis mis en œuvre doivent être combinés, ce qui conduit à étudier une richesse spécifique globale à l'échelle d'une ripisylve, soit un total de 16 échantillons seulement (cette faible valeur théorique a en outre été réduite à 15 dans la réalité du fait d'un vol de matériel subi sur un des 16 sites, engendrant une perte complète des données pour ce dernier). En effet, utiliser un jour d'échantillonnage au piège photographique comme unité, tout comme le nombre de contacts passant devant le piège, seraient deux sources de biais importantes lors de notre analyse, et ne permettrait pas de prendre en compte les taxons recensés durant la recherche d'indices.

Les tests réalisés seront sensiblement les mêmes que pour les chiroptères : En respectant les conditions d'applications nous réaliserons également des modèles GLMM (package TMB), avec un effet aléatoire sur le site pour ne pas être trop influencé par l'éventuel effet site. A la suite de ce modèle comme du précédent, nous testerons le meilleur modèle à l'aide de la méthode du Multi-model-Averaging avant d'utiliser la fonction `dredge` pour indiquer le modèle correspondant. Enfin nous terminerons par des analyses multivariées là encore de type ACP

III – Résultats

1) IBC

A l'issue de la réalisation des IBC sur les 16 ripisylves, chaque ripisylve s'est vu obtenir une note de 0 à 100, indiquant la qualité globale de la ripisylve selon la méthodologie développée par FNE-AuRA. La première constatation qui peut être faite est la différence entre le constat évoqué plus tôt, à savoir le mauvais niveau de préservation de la qualité des ripisylves de la région, et les résultats obtenus via cette méthodologie. (figure 6):

- 1 ripisylve faible (Point 4 témoin)
- 2 Assez faibles (Point 1 et 2)
- 5 Assez fortes (Point 3, 5, 12, 13 et 16)
- 8 Fortes (Point 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14 et 15)

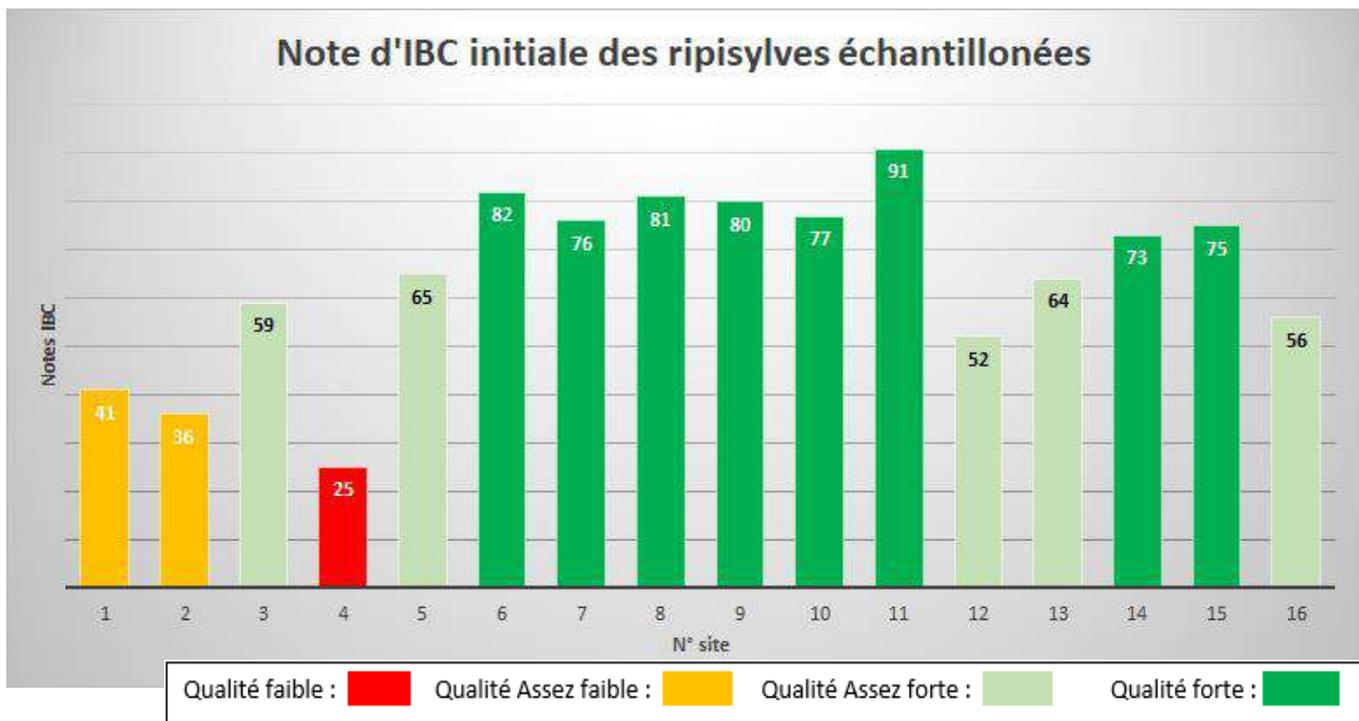


Figure 6 : Note de la ripisylve en fonction du n° de site

Les résultats présentent une médiane de 69/100, à seulement un point de passer en catégorie « Forte qualité » qui est l'évaluation la plus élevée. Ce résultat est d'autant plus étonnant que la ripisylve témoin est à 25 points (à 6 points de passer en « assez faible), dans un contexte très dégradé. Pour illustrer la mauvaise qualité de ce site, on peut citer par exemple la présence d'une départementale

longeant le cours d'eau à parfois 5 mètres, la présence de seulement 3 arbustes sur l'ensemble du linéaire des 500m, ou encore le contexte d'agriculture intensive environnante.

À la suite de cette constatation et au fait que cette dernière pourrait donc se généraliser à d'autres exemples dans nos échantillons, la décision a été prise de retravailler le système de notation présent dans les IBC sur quelques facteurs que nous considérons non représentatifs pour notre sujet d'étude ou inadaptés à notre contexte régional.

Ainsi, afin d'obtenir une note plus « appropriée », la décision fut prise et validée par Picardie Nature, de revenir sur l'obtention des points pour certains critères. La présence d'espèces exotiques envahissantes par exemple, selon les essences, n'impactera pas de la même manière les mammifères présents. Par exemple, un robinier pourra être avantageux pour les chiroptères, notamment s'il offre des gîtes à ces derniers, tandis que la renouée du japon n'aura probablement aucun impact, ni positif, ni négatif, sur ces espèces. Pour ce critère, toutes les ripisylves ont obtenu la note maximale car ces espèces exotiques sont très peu présentes sur nos terrains. Ici les 5 points potentiellement alloués à ce critère n'entrent donc plus dans la note mais le critère peut générer un malus dans la note finale. Et les 5 points sont pondérés à partir d'un critère de dégradation qui a été retravaillé pour être plus réaliste par rapport à l'impact potentiel sur les mammifères. C'est aussi le cas pour d'autres critères. En effet, la pose de palplanches (structure métallique verticale pour consolider les berges), bloquant l'accès à la berge pour les mammifères, n'aura pas le même impact que des enrochements en béton et pierres. Ce critère (L) se retrouve donc mis sur 10 points. Voici une liste résumée des critères modifiés :

- B : Chaque strate vaut 1 point
- H : Les critères d'identification de forêts anciennes ne s'arrêtent plus à la carte d'état-major mais prennent en compte la gestion de la forêt
- I : Les milieux aquatiques sont transformés en type de milieux avec des valeurs différentes (le but est de dissocier la présence d'un marais de celui d'un suintement)
- J : Les milieux minéraux deviennent un bonus de 5 points se pondérant directement dans la note finale du facteur lié au contexte
- K : devient un malus sur la note globale, et prend en compte le type d'espèce (pouvant être gênant pour les mammifères).

- L : les dégradations sont sur 10 points permettant une meilleure prise en compte des différents critères.
- M : L'attribution des points est plus nuancée pour permettre une meilleure précision.
- N : Comme pour M, à la différence que la pente considérée comme un critère d'un point moins important pour certains mammifères, devient un malus ajouté à la pondération de la note du facteur de connectivité.
- O : De même, il y a plus de nuance sur l'attribution des points, avec O3 qui ne dépend plus d'un nombre de bâtiments mais d'un pourcentage d'artificialisation.

A la suite de la modification des critères (figure 7), la médiane a diminué de 6 points passant à 63,5. La note témoin passe quant à elle de 25 à 18 points, ce qui semble plus cohérent.

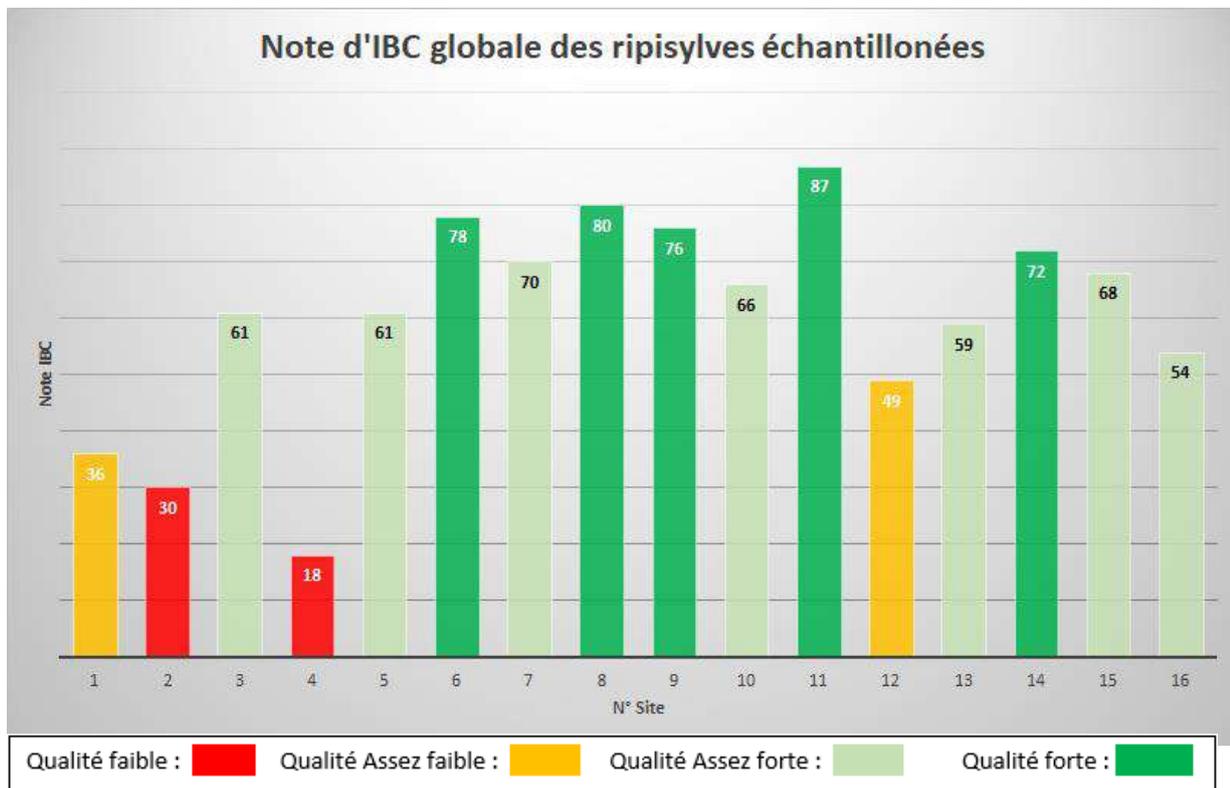


Figure 7 : Note de la ripisylve en fonction du n° de site

Afin de savoir s'il existe une différence significative entre la note initiale et le nouveau barème, on réalise un test de non paramétrique de Wilcoxon, qui nous indique une (p-value = 4.476e-05). La différence étant significative, nous pouvons donc conserver la nouvelle note dite globale. Nous

aurions conservé la note initiale, si les changements n'étaient pas significatifs, par principe de précaution. Après avoir étudié la note globale, on se focalise sur les facteurs structurant la note d'IBC.

Pour connaître l'importance que porte le facteur de connectivité sur la note globale, une note faisant abstraction de ce dernier (qui est tout de même sur 40 points) a été créée. Cette note est ensuite pondérée sur 100. Là encore, un test de Wilcoxon est réalisé et cette fois (p -value = 0.7592). Le test n'étant pas significatif, cela veut dire qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux notes. On conserve la note finale (qui est la note globale), cette dernière prenant en compte tous les critères et étant donc plus précise. A l'aide de librairie « corrplot » (voir figure 8) et des tests de corrélations, on constate que les variables habitats et les différents critères d'IBC sont bien tous corrélés de manière significative aux notes de ripisylves. Sauf le facteur de perturbation du milieu, non significatif avec une (p -value = 0.3132) et un facteur de corrélation de 0,15. Le test montre donc une certaine indépendance de cette variable vis à vis des notes. Cela s'explique par son poids total dans la note (10 sur 100 points). Nous n'irons donc pas plus loin dans l'analyse portant sur les IBC uniquement. Nous allons maintenant voir les liens existants entre la qualité des ripisylves et les résultats obtenus pour les mammifères non volants.

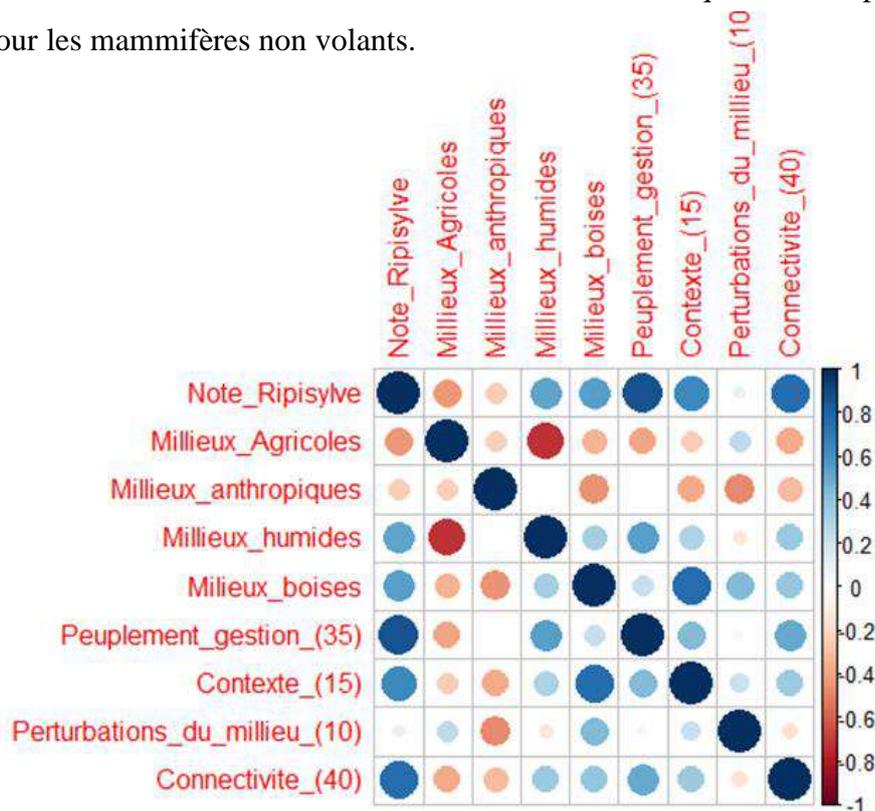


Figure 8 : Matrice de corrélation entre la note des IBC, les différents facteurs et les habitats présent dans un tampon de 100m

2) Résultats pour les chiroptères

Tout d'abord, il est important de signaler que les résultats ont été amputés d'une nuit d'enregistrement sur un des tronçons. En effet, lors du relevé des deux pièges photos du tronçon 15,

nous avons constaté le vol de ces derniers, la berge les abritant ayant été débroussaillée. Le dernier réplica d'enregistrement acoustique sur ce site devait être effectué ce jour-là, sur cette même berge venant de faire l'objet de travaux. La décision a donc été prise de ne pas échantillonner la dernière nuit pour éviter tout vol supplémentaire d'un matériel onéreux et en nombre limité. Outre le point 15, sur l'ensemble des 47 nuits enregistrées, ce sont 65 614 contacts de chauves-souris qui ont été obtenus (voir figure 9), avec plus de 73% de contacts correspondant à la Pipistrelle commune et 23% au complexe Myotis sp. (probablement plus important du fait de la présence courante de Murins de Daubenton sur les cours d'eau ayant parfois saturé les séances d'enregistrements sur certains sites).

Les données ne suivant pas une loi normale (on ne constate pas de distribution gaussienne), un test non-paramétrique de Wilcoxon est utilisé, ainsi qu'une détermination graphique. La seule espèce ayant un poids significatif sur nos données est la Pipistrelle commune.

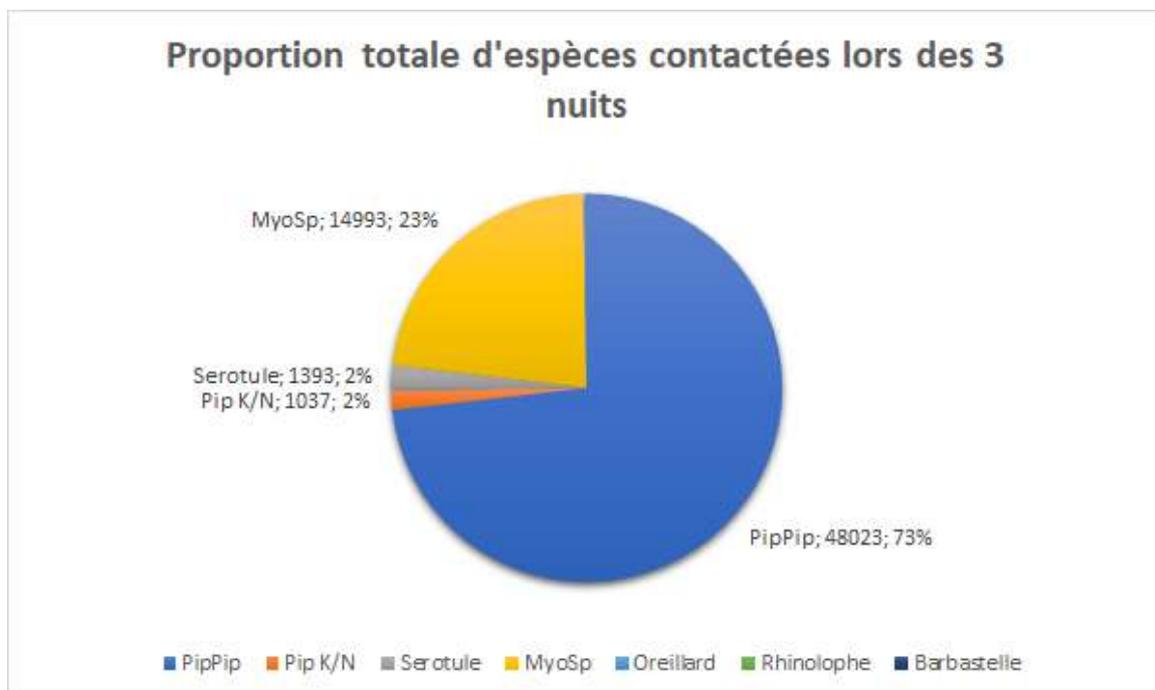


Figure 9 : Proportion totale du nombre de contacts obtenus pour chaque complexe.

Nuits	Somme de PipPip	Somme de Pip K/N	Somme de Serotule	Somme de MyoSp	Somme d'Oreillard	Somme de Rhinolophe	Somme de Barbastelle	Somme par nuit
1	16452	410	500	5191	51	1	33	22638
2	13356	304	500	5146	27	2	0	19335
3	18215	323	393	4656	54	0	0	23641
Total général	48023	1037	1393	14993	132	3	33	65614

Figure 10 : Tableau récapitulatif des contacts par espèces et par nuit

Pour construire nos modèles, nous avons besoin de déterminer les espèces ayant un poids significatif dans notre jeu de données, afin de sélectionner les variables à expliquer les plus pertinentes. En effet, les 3 contacts de Rhinolophes ou les 33 de barbastelles n'auront pas la même incidence que les 48023 contacts de pipistrelles. On constate qu'il n'existe pas de véritable relation linéaire entre l'abondance de contacts de chiroptères (toutes espèces) et la note des ripisylves (figure 11). Ce qui ne permet pas la conclusion d'un lien direct entre la note et l'abondance totale, tel qu'une augmentation de la qualité induit nécessairement une augmentation d'abondance en chiroptères.

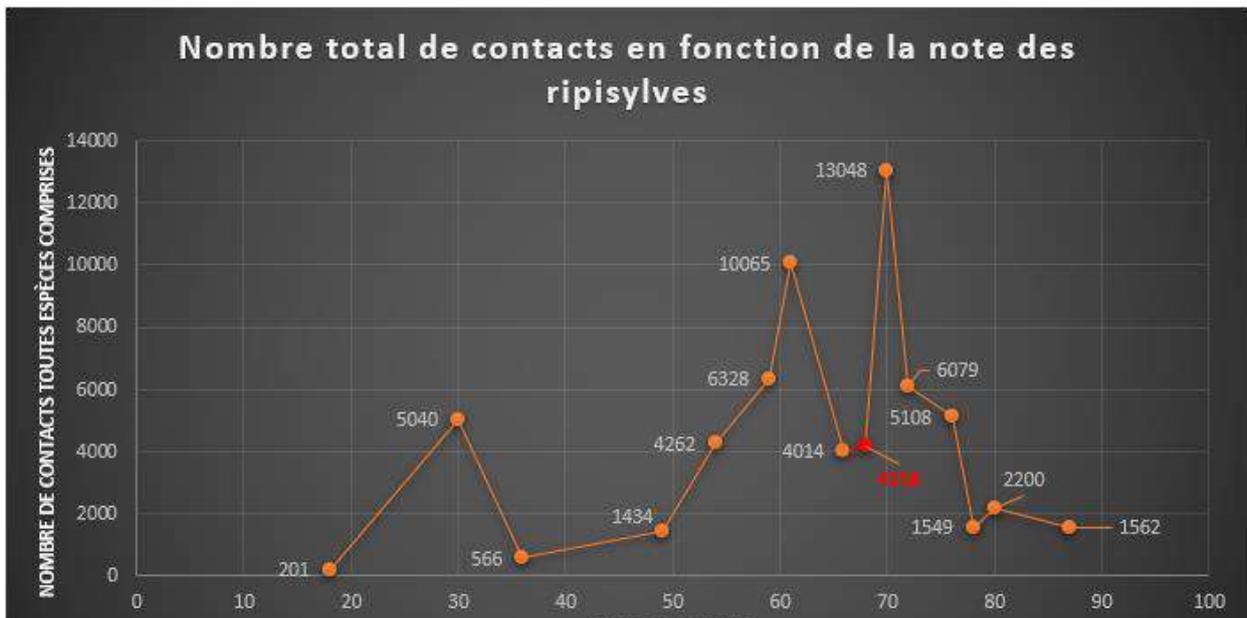


Figure 11: Nombre total de contacts en fonction de la note des ripisylves (en rouge les 2 répliqués au lieu de 3)

Afin de déterminer s'il existe un lien robuste entre la qualité de la ripisylve et les chiroptères, des modèles de type linéaires généralisées mixtes (=GLMM) ont été réalisés. Plusieurs variables à expliquer (les espèces significatives), ont été testées, premièrement un modèle contenant l'ensemble des espèces, qui permet de constater significativement à l'aide de test de Wilcoxon et graphiquement, que les espèces significatives dans notre jeu de données sont les Pipistrelles communes (PIPPIP). Cette espèce fera également l'objet de GLMM. Les conditions d'application sont vérifiées, à savoir une indépendance des variables entre elles (effets aléatoires compris). Pour ce faire, un cor.test est effectué. Les variables indépendantes sont : Les facteurs de perturbations du milieu, la note d'IBC et les milieux anthropiques.

Enfin les variables aléatoires doivent être distribuées normalement et être indépendantes. S'ajoutent donc deux effets aléatoires, sur la date de pose transformée à l'aide d'un effet quadratique afin d'obtenir une distribution normale, ainsi que le site (distribué normalement) pour éviter l'effet site. Afin d'éviter une sur-dispersion des modèles, une loi négative-binomiale est utilisée à la place

d'une loi de Poisson. En utilisant la méthode du multi-modèle averaging, un modèle complet contenant l'ensemble des variables explicatives peut être créé. Puis afin de trier les meilleurs modèles, la fonction dredge a été utilisée en comparant les AICc (car trop peu d'échantillons).

► *glmer(Toutes espèces ~ Note IBC + Perturbations du milieu + Milieux anthropiques + (1|date pose) + (1|Point), family = « nbinom2 »*

Après vérifications des vifs pour la multicolinéarité, on constate que le meilleur modèle comporte uniquement la note globale de la ripisylve (Annexe 8 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de toutes les espèces) comme variable explicative (outre les effets aléatoires), avec une p-value = 1.703e-03 ce qui nous permet de réaliser un modèle avec un faible nombre de degré de liberté à la vue de notre échantillonnage (ici ddl=4). Le R² indique par ailleurs que notre modèle explique 53% de la variance avec une p-value = 4.323e-0 (Annexe 9 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de toutes les espèces). Les résultats obtenus par le modèle permettent de confirmer de manière plus robuste qu'il existe bien une relation positive entre la qualité de la ripisylve et l'abondance de contacts de chiroptères toutes espèces confondues.

► *glmer(PipPip ~ Note IBC + Perturbations du milieu + Milieux anthropiques + (1|date pose) + (1|Point), family = « nbinom2 »*

La multicolinéarité a été vérifiée, le meilleur modèle comme le précédent est expliqué uniquement par les notes finales d'IBC (Annexe 10 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude des Pipistrelles communes, avec une p-value = 3.437e-03. Nos degré de liberté restent suffisant (ici ddl=4) pour éviter le sur paramétrage. Le R² indique par ailleurs que notre modèle explique 57% de la variance avec une p-value = 1.350e-02 (Annexe 11 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude des Pipistrelles communes). Le modèle permet de confirmer avec une meilleure robustesse, qu'il existe bien ici aussi une relation entre la qualité des ripisylves (par la note globale d'IBC) et l'abondance de contacts de Pipistrelles Communes.

► Réalisation d'ACP

D'après le graphique des éboullis ou d'inertie et le summary, les analyses seront faites sur 3 axes représentant plus de 70% de la variance. Après la réalisation de cercles de corrélations, les deux figures les plus pertinentes pour l'analyse du jeu de données sont retenues, à savoir x=1, y=2 et x=1, y=3 (figure 12).

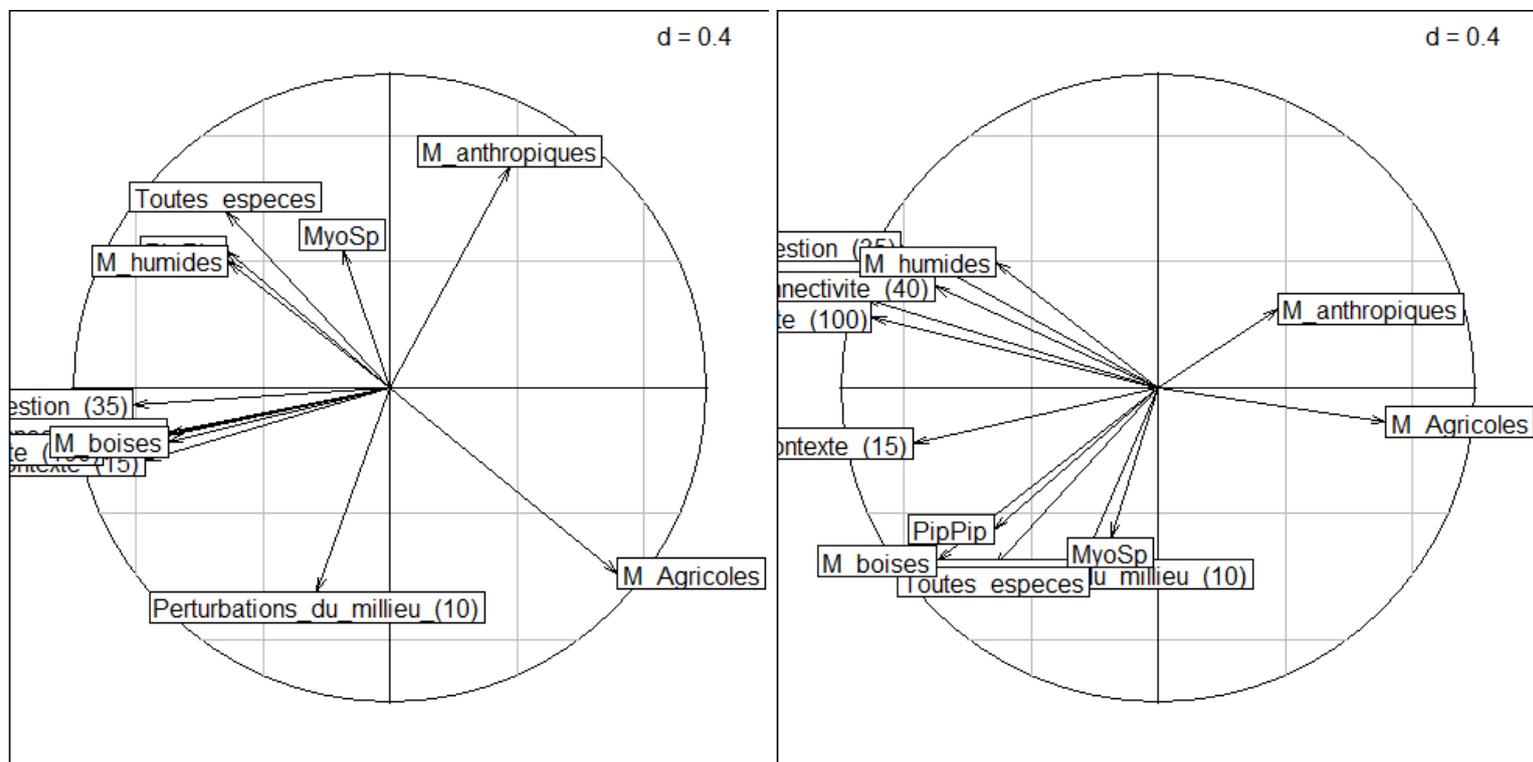


Figure 12 : Cercles de corrélations des différentes variables du jeu de données « chiros »

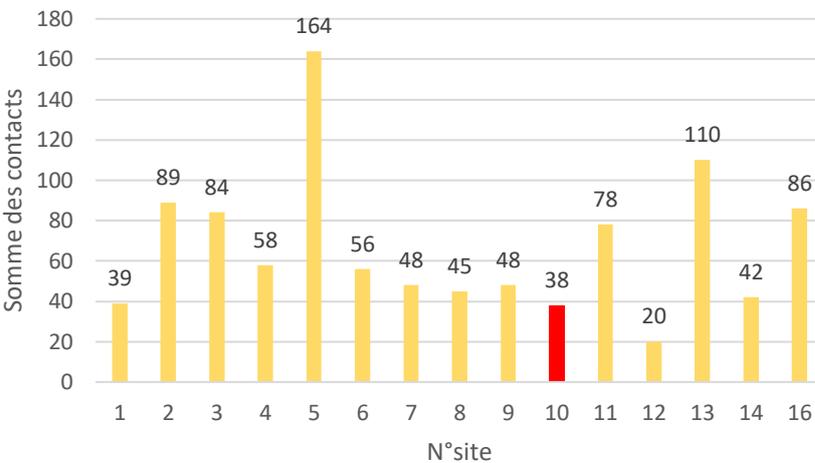
On constate à l'aide de l'ACP, que certaines variables sont mal représentées. C'est le cas du complexe MyoSp, des perturbations du milieu ou encore des milieux humides et anthropiques (peu présents dans nos données). En comparant les deux cercles, on constate que les corrélations négatives sont peu nombreuses, les perturbations du milieu avec les milieux anthropiques ou encore les milieux humides et agricoles. Ce que l'on observe principalement, c'est une accumulation de variables, où la majorité des critères d'IBC sont corrélés de même pour les espèces. Cependant, il semble se dégager une tendance liant les différentes espèces aux milieux naturels (boisées et/ou humides). L'ACP confirme une relation entre les différentes variables formant les IBC et la note globale. De plus, les espèces de chiroptères semblent liées aux milieux naturels. Toutefois la représentation des variables demande une précaution dans l'interprétation.

3) Résultats pour les mammifères terrestres

Les pièges photos ont permis d'obtenir 684 contacts de mammifères, contenus dans 652 photos pour un total de 210 jours d'échantillonnage cumulés sur 15 sites (du fait du vol d'un piège photo sur

le site 15). Les pièges vidéo quant à eux présentent un total de 441 contacts pour 422 vidéos sur 196 jours d'échantillonnage répartis sur 14 sites (vol des pièges vidéo sur les sites 10 et 15). Ces 1125 contacts, auxquels s'ajoutent les quelques données de traces et indices, n'étant pas tous identifiables, les résultats ont été traduits en une richesse spécifique correspondant au nombre minimum d'espèces contactées. L'analyse de ces chiffres montre des résultats graphiquement plus similaires à la note globale des ripisylves (figure 13) en comparaison avec les résultats obtenus à partir d'une métrique d'abondance (figure 14).

Total général contacts aux pièges photos et vidéos pour chaque ripisylve



Note d'IBC initiale des ripisylves échantillonnées

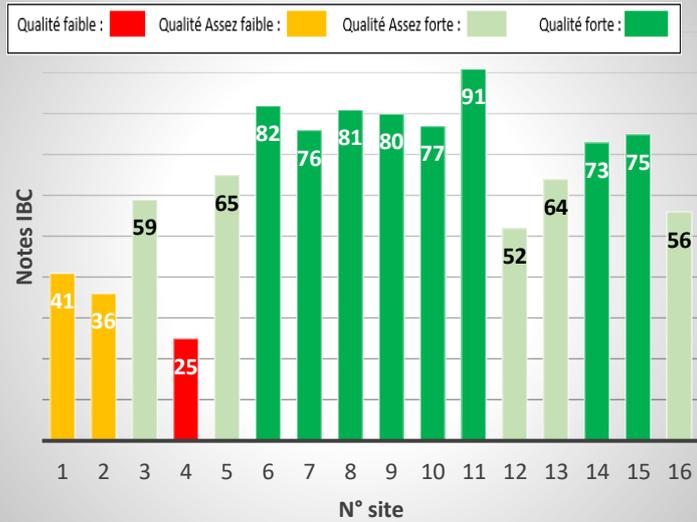
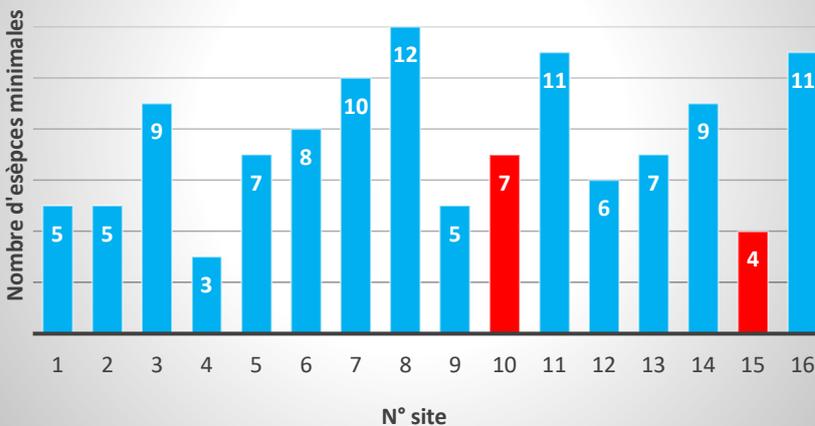


Figure 13 : Comparaison entre les notes des ripisylves et le nombre total de contacts par ripisylves (le site n°10 n'est composé que d'un piège)

Total nombre d'espèces minimales en fonction pour chaque ripisylve



Note d'IBC initiale des ripisylves échantillonnées

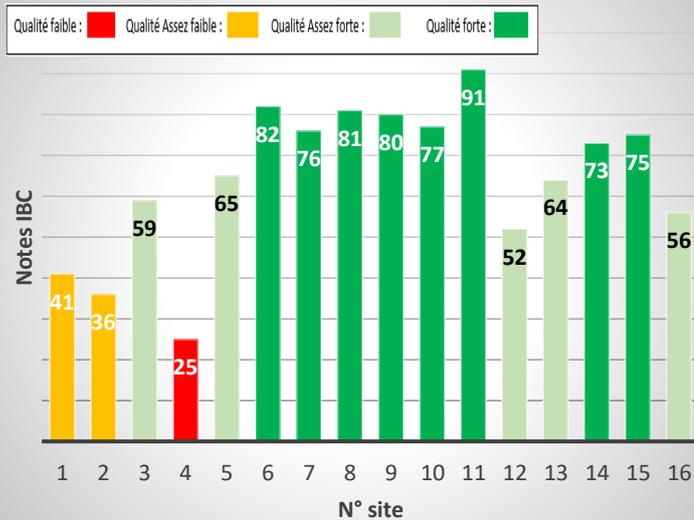


Figure 14 : Comparaison entre les notes des ripisylves et la richesse spécifique par ripisylve (le site n°10 n'est composé que d'un piège et le 15 n'en possède aucun).

Ce ne sont donc pas moins de 138 taxons (répartis sur plusieurs niveaux taxonomiques allant de l'espèce à l'ordre) qui ont été identifiés sur les ripisylves. Parmi les espèces notables, un Raton-Laveur (*Procyon lotor*), espèce exotique envahissante, a été contacté sur un site à la périphérie de la ville de Davenescourt et d'un étang communal de pêche proche du point 9. Le Crossope aquatique (*Neomys fodiens*) a quant à lui été contacté sur 2 sites : le point 5 de Fréchencourt et le point 7 de Sommette-Eaucourt (Figure 15). De manière plus globale, les suivis réalisés grâce aux pièges photos montrent que les ripisylves sont principalement fréquentées par diverses espèces communes telles que le Rat surmulot, le Sangliers, le Rat musqué, ou encore le Chevreuil par exemple (voir figure 16).



Figure 15 : Clichés tirés des pièges photos, montrant *Procyon lotor* (gauche) et *Neomys fodiens* (droite) ©Aurélien BIRO



Figure 16 : Richesse spécifique présente dans les ripisylves étudiées

On constate également une plus grande cohérence entre la note de la ripisylve et la richesse spécifique, notamment une relation bien plus linéaire. L'augmentation de la note globale montre une augmentation de la richesse spécifique. Ce qui n'était pas le cas pour l'abondance relative des chiroptères, où il est difficile de conclure graphiquement. (figure 17). Il est à noter que le vol de matériel sur 2 sites induit obligatoirement un biais important dans l'interprétation de nos résultats. Le point 10 sera conservé dans nos modèles car seul le piège vidéo a été volé, ce qui ne sera pas le cas du point 15 qui ne contient donc aucune donnée provenant de nos pièges.

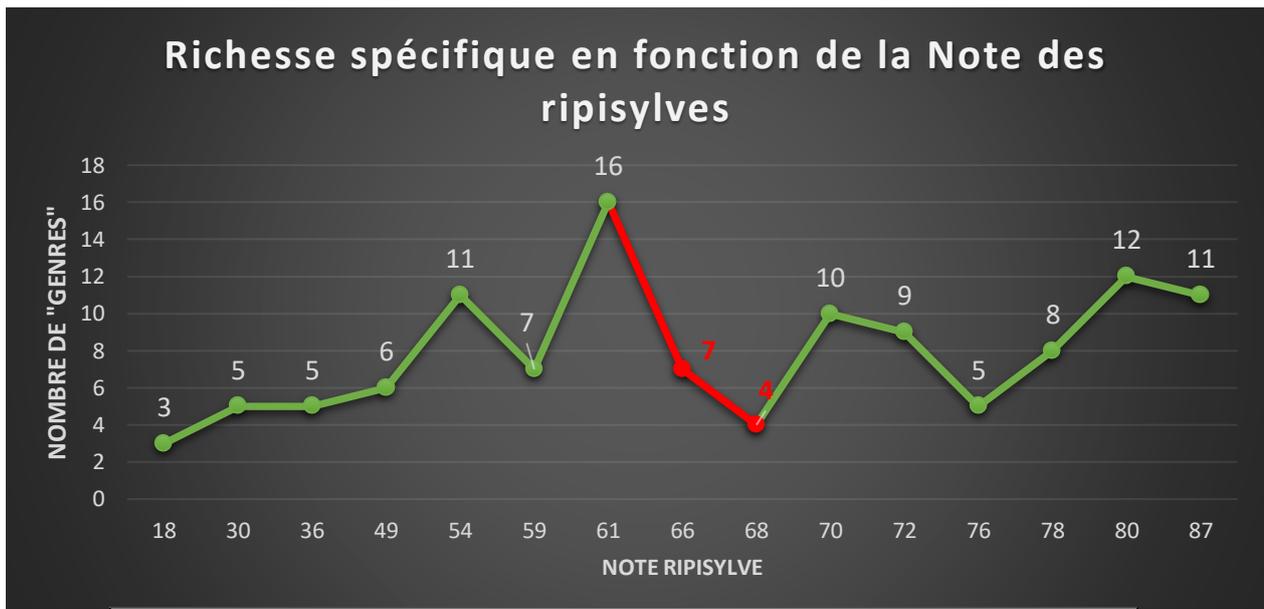


Figure 17 : Richesse spécifique en fonction de la note des ripisylves (en rouge les sites ayant subi du vol de matériel).

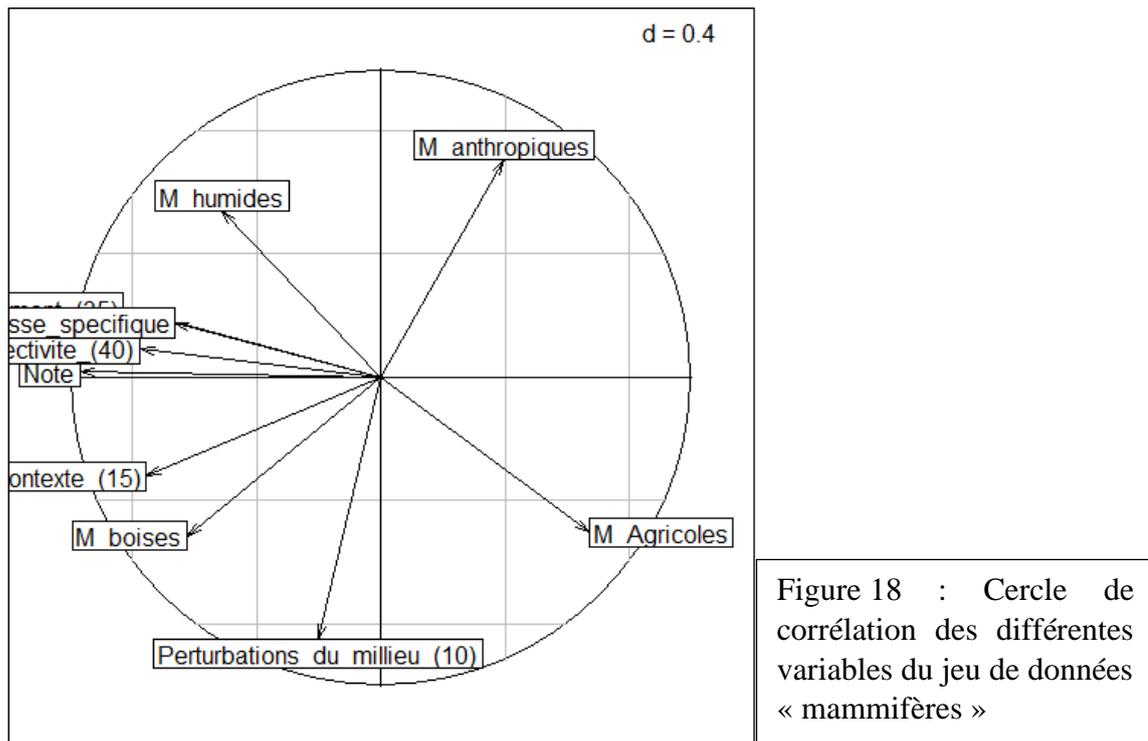
Ici la non-présence de réplicats et la diminution du nombre d'échantillons de 16 à 15 obligent à réaliser des modèles à faible degré de liberté. Afin de déterminer tout de même s'il existe bien un lien significatif entre la qualité de la ripisylve (note IBC globale) et la richesse spécifique, un modèle GLMM de poisson (puisque aucune sur dispersion n'est détectée par R) est donc réalisé. Ce dernier n'aura par ailleurs qu'une variable aléatoire (à savoir le site), puisque aucune date n'a été relevée pour la variable de richesse, la combinaison de plusieurs protocoles complémentaires, mais différents, ne le permettant pas. De plus, l'ajout d'une seconde variable aléatoire aurait augmenté le sur-paramétrage du modèle. Là encore, les conditions d'application du modèle sont vérifiées avant de pouvoir lancer l'analyse du multi-modèle averaging.

► *glmer(Richesse_specifique ~ Note_IBC + Perturbations_du_milieu + Milieux_anthropiques + Milieux_agricoles + (1|Point), family = « poisson »*

Après vérifications des vifs, l'AICc permet de constater que le meilleur modèle comporte uniquement la note de la ripisylve (Annexe 12 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres) comme variable explicative (outre l'effet aléatoire), avec une p-value = 0.0371. Un modèle avec un faible nombre de degré de liberté est donc réalisé à la vue de l'échantillonnage (ici ddl=3). Le R² indique par ailleurs que le modèle explique 37% de la variance avec une p-value = 1.174e-02 (Annexe 13 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres). De plus, cela permet de confirmer de manière plus robuste qu'il existe bien un possible lien positif entre la qualité de la ripisylve et la richesse spécifique.

► Réalisation ACP

D'après le graphique des éboulis ou d'inertie et le summary les analyses seront faites sur 2 axes représentant plus de 70% de la variance. 1 cercle de corrélation est donc obtenu (voir figure 18). Il ressort que les variables sont globalement bien représentées à l'exception des milieux humides, de la richesse spécifique et des critères de peuplements et de connectivités. De ce fait, notre variable à expliquer étant mal représenté, les conclusions à suivre demandent une certaine prudence. L'axe 1 est principalement représenté par la variable « note », ce qui semble cohérent avec les résultats de la GLMM. Bien que plus faiblement représentée, la richesse spécifique semble fortement corrélée aux variables "note" et "connectivité et peuplement". Elle semble toutefois ne pas avoir de lien avec les perturbations du milieu et le milieu anthropique (là encore possiblement par sa faible importance dans la note finale et de la faible surface concernée). On constate comme pour les chiroptères une corrélation négative entre les milieux anthropiques et les perturbations du milieu, mais également entre milieux humides et agricoles. De manière générale, la richesse spécifique semble ne pas avoir de corrélation négative avec une quelconque variable (habitat comme critère d'IBC). Les variables les plus susceptibles étant les milieux anthropiques et agricoles. Avec nos données, il semble donc que les chauves-souris se retrouvent plus dans des milieux "naturelles", plutôt que des milieux anthropiques. Les critères des IBC comme les perturbations du milieux, ont un lien directe avec l'usage des sols tel que la note augmente lorsque la part de milieux anthropiques diminue



IV - Discussion, limites et perspectives

1) Evaluation de la qualité des ripisylves

A partir des résultats obtenus précédemment sur les différentes ripisylves, plusieurs limites semblent se dresser face à l'objectif de détermination d'indicateurs de qualité de cet habitat. Comme cela a été évoqué plus tôt, après évaluation par l'Agence de l'eau du Bassin Artois-Picardie, les ripisylves picardes semblent majoritairement de mauvaise qualité. La réalité obtenue via les échantillonnages dans le cadre de la présente étude est assez différente.

Les protocoles d'évaluation de la qualité des ripisylves réalisées dans la littérature semblent être assez différents de celui utilisé dans le cadre de cette étude. L'indice QBR de l'espagnol « Qualitat del Bosc de Ribera », n'inclut pas par exemple la connectivité à proprement parler, paramètre propre aux IBC, mettant un poids plus important sur 4 critères (Munné et al. 2003) :

- La couverture végétale de la bande riveraine et sa cohésion dans le cadre générale de la ripisylve
- La couverture totale de la zone échantillonnée comprenant les diverses strates
- La qualité de cette couverture en fonction du contexte
- Les possibles modifications anthropogéniques du cours d'eau

L'avantage tiré de cet indice, contrairement à celui utilisé ici, est une meilleure gradation de l'ensemble de l'échantillon permettant une représentativité de la qualité précise et globale de la ripisylve au niveau de la bande riveraine. En effet la problématique majeure des critères des IBC est la représentativité du site qui manque de précision, favorisant des quotas maximum (potentiellement sous-estimés), à des gradients. Par exemple, l'un des critères consiste à compter le nombre de « gros bois vivants », c'est-à-dire les arbres supérieurs à 210 cm de diamètre. Toutefois, la note maximale s'obtient quand 12 arbres de ce type ont été recensés et le protocole demande d'arrêter le comptage dès lors que ce total a été atteint. Ainsi une ripisylve provenant d'une véritable forêt ancienne contenant des dizaines de « gros bois » sera valorisée au même niveau qu'une peupleraie contenant exactement 12 « gros bois ». Réaliser un gradient ou une proportion semble une méthode plus adaptée afin de réaliser une note de qualité globale plus représentative. L'inconvénient de la méthode QBR est que cette dernière échantillonne sur 50 à 100 m contre 500 m pour les IBC.

Il est important de rappeler que la réalisation de l'échantillonnage des ripisylves par la méthode des IBC nécessite jusqu'à 4 heures de terrain pour l'évaluation d'une unique rive. L'effort de concentration demandé est donc conséquent et peut potentiellement créer des biais sur la précision de nos observations. Ces derniers seraient accentués si la méthode venait à évoluer vers un niveau de précision plus important, rallongeant encore la durée du relevé.

Comme cela a été évoqué dans le chapitre dédié aux résultats, l'évaluation précédemment réalisée par l'Agence de l'eau Artois-Picardie ainsi que les constatations faites sur le terrain ne semblent pas conformes aux notes obtenues avec la méthodologie IBC. C'est pourquoi une réflexion a été menée avec l'équipe coordinatrice du projet, aboutissant à la modification de critères d'IBC. L'objectif est d'obtenir une notation se rapprochant de valeurs plus représentatives de la qualité des ripisylves constatée sur le terrain. Ces quelques modifications ont entraîné une diminution de presque 6 points

de la note médiane des tronçons étudiés au cours de cette phase de test, ce qui confirme bien que le simple fait de nuancer davantage la notation de certains critères joue un rôle important dans l'attribution de la note finale. Il est également intéressant de noter qu'à contrario, la ripisylve n°3 voit sa note globale augmenter de 2 points à la suite de ces modifications, ce qui semble également plus cohérent avec le constat global fait sur le terrain.

L'expérience montre que les divers facteurs contenus dans la notation des IBC sont pertinents, mais ne sont donc pas exploités de manière optimale pour répondre au mieux à la problématique spécifique de cette étude. Comme évoqué plus tôt, la notation pour les perturbations du milieu possède un poids dans la notation assez inadaptée, menant à des résultats incohérents. Par exemple, le critère prenant en compte le pourcentage de recouvrement d'espèces exotiques envahissantes est un critère sur 5 points souvent attribués dans notre cas (faible présence d'espèces exotiques sur nos ripisylves) et qui semble également ne pas convenir dans notre étude. Le second critère lié aux perturbations globales de la bande riveraine est également problématique. Perdre les 5 points nécessite de cocher 2 critères présents dans une liste définie. Toutefois on remarque que les critères ne se valent pas en matière d'impact sur la qualité des ripisylves, ce qui diminue la représentativité (ce constat peut s'appliquer également aux milieux humides). Le poids de chaque facteur est également un problème, la connectivité représente 40% de la note, les boisements 35%, la part des autres facteurs est donc fortement réduite.

La taille de notre transect, 500 mètres par 100 m, semble être le bon ordre de grandeur, bien que le diminuer pour passer d'une à deux rives échantillonnées semble envisageable. Il faut ainsi prendre en compte que la taille augmente la représentativité mais aussi les possibilités de pose de nos divers outils d'étude des mammifères.

Il est donc primordial de revoir les moyens d'évaluer la qualité des ripisylves formant la base de nos résultats et interprétations. Malgré plusieurs tentatives, la communication avec FNE-AuRA n'a pu être établie afin d'évoquer ces indicateurs qui semblent ne pas être adaptés à la Picardie.

2) Relation avec les mammifères comme indicateurs de qualité

Puisqu'il est difficile de conclure entièrement sur la fiabilité de nos indicateurs de qualité, il est donc difficile de lier l'abondance et la diversité des mammifères à nos résultats. L'absence de financement par l'Agence de l'eau a également modifié le protocole, et donc, les résultats obtenus pour les chiroptères comme pour les mammifères terrestres.

En ce qui concerne les chauves-souris par exemple, le nombre de réplicats ne devait pas être de 2 mais bien de 3, ce nombre fut abaissé par manque de temps pour la pose sur le terrain et pour l'analyse des sons. La partie pré-traitement implique beaucoup de temps, occupé dans la conversion des sons, le lancement de la préanalyse pouvant prendre plusieurs heures, avant de se lancer dans la véritable analyse acoustique elle aussi très chronophage. Cela explique également le choix de réduire l'identification au stade de complexes pour certains taxons difficiles et longs à identifier. Initialement, le complexe MyoSp devait être composé de moins de Murins, l'objectif était de retirer des espèces à identifier, mais de conserver celles considérées comme intéressantes pour nos ripisylves. Par exemple, les espèces suivantes devaient-être analysées spécifiquement (L.Buono et al. 2019) :

- Le Murin de Bechstein, très bon indicateur des forêts sénescents
- Le Grand Murin
- Le Murin de Natterer , également espèce forestière bio indicatrice
- Le Murin d'Alcathoe, présent dans les zones humides de bonne qualité
- Le Murin de Daubenton, favorable à la chasse à la surface de l'eau

Ces espèces d'intérêts ont été regroupées, afin d'augmenter le poids statistique du genre Murin. La diminution du réplicat diminuant fondamentalement le nombre d'échantillons et donc la robustesse, il a également été impossible de faire une comparaison entre espèces généralistes et spécialistes. Pourtant, mettre en relation ces deux types d'espèces aurait potentiellement indiqué un lien supplémentaire avec la qualité globale (Kerbiriou et al, 2017). Les modèles réalisés semblent malgré tout montrer une incidence significative de la note de la ripisylve, appuyée par les ACP. Un facteur important dans nos IBC est la connectivité. Cette dernière est primordiale pour le transit et l'alimentation de nombreuses espèces de chiroptères (H. K. Ober et J. P. Hayes., 2008). Afin de remédier au manque de représentativité des critères liés, nous avons ajouté l'usage des sols dans les 100m autour de la ripisylve (incluant les deux rives). Bien que cela ne joue pas un rôle dans nos modèles, les analyses multivariées montrent une certaine relation à prendre en compte avec nos espèces ou encore les facteurs ayant construit notre note globale.

En ce qui concerne les mammifères terrestres, de nombreuses améliorations sont également indispensables afin d'améliorer l'échantillonnage pour les années à venir. Il s'agit par ailleurs de la partie de l'étude la plus impactée par le manque de financement. La perte d'une grosse partie de nos

moyens d'échantillonnage (principalement les méthodes basées sur des analyses génétiques coûteuses) empêche d'obtenir assez de données pour avoir un poids statistique majeur. Cela explique le choix d'étudier pour chaque ripisylve la richesse à l'échelle de taxons et non pas d'espèces.

Le modèle obtenu, bien qu'ayant des résultats similaires à celui des chiroptères, est à interpréter avec prudence et parcimonie du fait de sa faible robustesse. Le choix de passer d'un à deux pièges photos par site a été un moyen d'augmenter la représentativité. Cependant, le choix de se focaliser sur les micromammifères pour le piège vidéo, et notamment le Crossope Aquatique, induit une augmentation du biais de pose qui a possiblement joué sur nos résultats. Le piège vidéo du site 7 par exemple n'a obtenu que 7 contacts (dont 0 de mammifères), c'est pourtant 200m plus loin que l'autre piège photos, destiné plutôt aux plus gros mammifères, a capté l'espèce.

On peut ajouter à cela, le réglage des pièges photos, qui ne semble pas être le plus adapté notamment pour l'identification. Une solution serait de mettre les deux appareils en mode vidéo, augmentant la durée d'analyse, mais améliorant également la probabilité d'identification du contact obtenu. A cela s'ajoute la question de l'orientation des pièges il serait plus intéressant de les installer pour capter un axe parallèle au cours d'eau plutôt qu'un axe perpendiculaire (augmentant le champ de passage des animaux capté par les appareils)

Il semble difficile de réaliser un protocole strict sur la pose de nos pièges. Afin d'augmenter la représentativité, il est possible d'imposer une distance minimum entre les deux pièges. Mais là encore, cela ne peut être appliqué sur toutes les ripisylves.

Il est important de prendre en compte le critère du vol, dans la mise en place de nos dispositifs. En effet, malgré les efforts de camouflage, les 3 pièges volés diminuent notre échantillonnage déjà faible.

En ce qui concerne la recherche de traces et indices, qui peut potentiellement être fortement impactée par les conditions météorologiques des jours précédents, le protocole demande de faire ce relevé le même jour que la pose des pièges photographiques. Cependant, la période caniculaire n'a pas été en notre faveur pour ce type d'échantillonnage. Si la sécheresse joue possiblement un rôle dans la présence d'espèces le long du cours d'eau, la recherche de trace est rendue quasi impossible. Ces prospections ont un lien dans la mise en place des pièges photos et donc provoquent un autre biais pour la pose de nos dispositifs. Puisqu'en effet, est intéressant de constater que les traces de

certaines espèces ayant influencé la pose, ne se retrouvent pas nécessairement dans les photos et vidéos obtenues par la suite.

Ainsi, il semble difficile outre mesure d'attester du lien entre qualité de la ripisylve et richesse spécifique avec cette version minimaliste du protocole. Il semble que s'intéresser à la bande riveraine et sa gestion, notamment pour les IBC, est un point important, tant l'impact de cette zone sur la diversité de mammifères est attesté (Alexander C. Lees et Carlos A. Peres, 2008 ; Kristiana L. Cockle et John S. Richardson, 2002). Bien que se focaliser sur le Crossope aquatique semble biaiser notre échantillonnage, il semble tout de même intéressant de le conserver comme objectif annexe. En effet, on reste ici sur une espèce bioindicatrice de la qualité de ces milieux (P. Mur et M. Perrin, 2018). L'étudier sur un nombre de sites plus important pourrait permettre d'obtenir des résultats intéressants malgré la faible abondance. Il est également intéressant de conserver cet objectif, puisque l'effort d'échantillonnage devrait être augmenté au cours des 3 années suivantes, ce qui devrait permettre une conclusion plus robuste.

Dans le cas des deux sites accueillant le Crossope Aquatique, bien que les notes ne ressortent pas entièrement, ce sont des zones humides qui ne subissent que peu ou pas de forte dégradation, avec dans les deux cas, la présence de marais ou autres plans d'eau d'importance. L'amélioration du protocole mis en place cette année, ainsi que les possibles modifications pour les années à venir en cas de financement, permettrait probablement d'améliorer cette robustesse. Les pièges à crottes et poils par exemple, permettront d'obtenir une abondance en micromammifère probablement plus importante qu'avec 2 pièges photos et des transects à la recherche de traces et indices, et permettront en outre d'aboutir à des identifications beaucoup plus précises au rang de l'espèce

V – Conclusion

L'hétérogénéité des ripisylves en fait un habitat primordial pour de nombreuses espèces de mammifères terrestres et volants, avec de nombreux avantages tirés de ces milieux. Cette même hétérogénéité pose cependant des problèmes dans la mise en œuvre d'une méthodologie homogène d'échantillonnage. Bien que les IBC représentent une bonne méthode pour estimer la qualité d'une ripisylve, car complète et présentant un nombre important de critères. Il semble que la notation ainsi que plusieurs des critères soient à revoir.

De plus, les résultats obtenus par l'étude des mammifères indiquent un lien existant entre la connectivité, la richesse et l'abondance de bon nombre d'espèces. Dans ce cadre, une note correspondant plus à la réalité de terrain semble primordiale, aussi bien dans un cadre d'études liées à la biodiversité, que dans la mise en place d'une meilleure gestion des forêts alluviales. Si les résultats obtenus pour les chiroptères vont dans le sens d'une relation linéaire entre qualité et abondance. Il est actuellement impossible de conclure à l'échelle spécifique ou même de comparer des espèces généralistes et spécialistes. En ce qui concerne les mammifères terrestres, un lien semble ne pas être à réfuter entre la richesse spécifique et la qualité, mais les nombreux biais (Vol de matériel, limitation de la représentativité avec les pièges photos), demande là aussi une amélioration du protocole pour permettre une meilleure conclusion. Il aurait été intéressant à la suite de nos analyses, de pouvoir lier les mammifères à certains facteurs ou critères de ripisylves pour orienter la gestion (comme le nombre total de trou de pics pour les chiroptères). Affiner la notation est donc primordial. Ces modifications permettent d'adapter potentiellement notre protocole à l'échelle nationale ou régionale.

Lier l'ensemble des paramètres, à savoir les sous critères d'IBC, les espèces de mammifères, les milieux etc ... semble donc pertinent. De plus, cela permettrait une meilleure compréhension de ces milieux fortement dégradés ainsi que la mise en place de mesures de gestion adaptées à l'échelle locale et nationale.

Enfin, les conclusions obtenues semblent indiquer que pour permettre un meilleur accompagnement des gestionnaires, la création de notre propre indicateur de qualité des ripisylves est une solution à envisager. Ce dernier pouvant notamment se baser sur les IBC, avant de permettre une meilleure représentativité de chaque facteur tout en se focalisant majoritairement sur le lien avec les mammifères.

VI – Bibliographie

- AKASAKA, Takumi, AKASAKA, Munemitsu et YANAGAWA, Hisashi, 2010. Relative importance of the environmental factors at site and landscape scales for bats along the riparian zone. *Landscape and Ecological Engineering* [en ligne]. 1 juillet 2010. Vol. 6, n° 2, pp. 247-255. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.1007/s11355-010-0105-4. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s11355-010-0105-4>
- BISCARDI, S., RUSSO, D., CASCIANI, V., CESARINI, D., MEI, M. et BOITANI, L., 2007. Foraging requirements of the endangered long-fingered bat: the influence of micro-habitat structure, water quality and prey type. *Journal of Zoology* [en ligne]. décembre 2007. Vol. 273, n° 4, pp. 372-381. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.1111/j.1469-7998.2007.00337.x. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7998.2007.00337.x>
- BROADMEADOW, S. et NISBET, T. R., 2004. The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. *Hydrology and Earth System Sciences* [en ligne]. 30 juin 2004. Vol. 8, n° 3, pp. 286-305. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.5194/hess-8-286-2004. Disponible à l'adresse : <https://hess.copernicus.org/articles/8/286/2004/>
- COCKLE, Kristina L. et RICHARDSON, John S., 2003. Do riparian buffer strips mitigate the impacts of clearcutting on small mammals? *Biological Conservation* [en ligne]. 2003. Vol. 1, n° 113, pp. 133-140. [Consulté le 13 mars 2022]. DOI 10.1016/S0006-3207(02)00357-9. Disponible à l'adresse : <https://www.infona.pl//resource/bwmeta1.element.elsevier-3a5efd68-03b3-3da2-9e9b-f12c23c1de09>
- DARVEAU, Marcel, LABBÉ, Paul, BEAUCHESNE, Patrick, BÉLANGER, Louis et HUOT, Jean, 2001. The use of riparian forest strips by small mammals in a boreal balsam fir forest. *Forest Ecology and Management* [en ligne]. 1 avril 2001. Vol. 143, n° 1, pp. 95-104. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.1016/S0378-1127(00)00509-0. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112700005090>
- DECAMPS, H., 2003. Ripisylves : la biodiversité par l'instabilité. *Forêt Méditerranéenne* [en ligne]. 2003. Vol. XXIV, n° 3, pp. 221-230. [Consulté le 10 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03564544>
- DUFOUR, Simon et PIÉGAY, Hervé, 2006. Forêts riveraines et ripisylves : spécificités, fonctions et gestion. *Revue forestière française* [en ligne]. 2006. Vol. LVIII, n° 4, pp. 339. [Consulté le 12 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00418329>
- EVETTE, A., ZANETTI, C., CAVAILLÉ, P., DOMMANGET, F., MÉRIAUX, P. et VENNETIER, M., 2014. La gestion paradoxale des ripisylves des cours d'eau de piedmont alpin endigués. *Acta Mathematica Academiae Paedagogicae Nyíregyháziensis* [en ligne]. 2014. Vol. 102, n° 4, pp. 2-13. [Consulté le 8 mars 2022]. DOI 10.4000/rga.2212. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01281074>

- GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE (éd.), 2019. *Ripisylves méditerranéennes & chauves-souris: enjeux et conservation*. Saint-Étienne-les-Orgues : Groupe Chiroptères de Provence. [Consulté le 8 mars 2022] ISBN 9782956873716. 577.680 91822
- HUYLENBROECK, Leo, MICHEZ, Adrien et CLAESSENS, Hugues, 2010. Librairie et abonnements Forêt.Nature et La Salamandre - Guide d'entretien des ripisylves - EN TÉLÉCHARGEMENT. [en ligne]. 2010. [Consulté le 7 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://librairie.foretnature.be/brochures/produit/64-guide-d-entretien-des-ripisylves>
- JOHNSON, Joshua B., FORD, W. Mark, EDWARDS, John W. et MENZEL, Michael A., 2010. Bat community structure within riparian areas of northwestern Georgia, USA. *Folia Zoologica* [en ligne]. septembre 2010. Vol. 59, n° 3, pp. 192-202. [Consulté le 22 mars 2022]. DOI 10.25225/fozo.v59.i3.a4.2010. Disponible à l'adresse : <https://bioone.org/journals/fozia-zoologica/volume-59/issue-3/fozo.v59.i3.a4.2010/Bat-community-structure-within-riparian-areas-of-northwestern-Georgia-USA/10.25225/fozo.v59.i3.a4.2010.full>
- KERBIRIOU, Christian, AZAM, Clémentine, TOUROULT, Julien, MARMET, Julie, JULIEN, Jean-François et PELLISSIER, Vincent, 2018. Common bats are more abundant within Natura 2000 areas. *Biological Conservation* [en ligne]. janvier 2018. Vol. 217, pp. 66-74. [Consulté le 1er avril 2022]. DOI 10.1016/j.biocon.2017.10.029. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320717310613>
- LEES, Alexander C. et PERES, Carlos A., 2008. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for amazonian birds and mammals. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*. avril 2008. Vol. 22, n° 2, pp. 439-449. DOI 10.1111/j.1523-1739.2007.00870.x.
- LESMEISTER, Damon B et NIELSEN, Clayton K, 2011. Protocol for Large-scale Monitoring of Riparian-Associated Mammals. *Wildlife Biology in Practice* [en ligne]. 5 octobre 2011. Vol. 7, n° 2, pp. 180. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.2461/wbp.2011.7.15. Disponible à l'adresse : <http://socpvs.org/journals/index.php/wbp/article/view/10.2461-wbp.2011.7.15>
- LÓPEZ-BAUCELLS, Adrià, CASANOVA, Laura, PUIG-MONTSERRAT, Xavier, ESPINAL, Anna, PÁRAMO, Ferran et FLAQUER, Carles, 2017. Evaluating the use of *Myotis daubentonii* as an ecological indicator in Mediterranean riparian habitats. *Ecological Indicators* [en ligne]. mars 2017. Vol. 74, pp. 19-27. [Consulté le 15 mars 2022]. DOI 10.1016/j.ecolind.2016.11.012. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X16306495>
- LUNDY, Mathieu et MONTGOMERY, Ian, 2010. Summer habitat associations of bats between riparian landscapes and within riparian areas. *European Journal of Wildlife Research* [en ligne]. juin 2010. Vol. 56, n° 3, pp. 385-394. [Consulté le 22 mars 2022]. DOI 10.1007/s10344-009-0330-z. Disponible à l'adresse : <http://link.springer.com/10.1007/s10344-009-0330-z>
- LUSZCZ, Tanya M.J. et BARCLAY, Robert M.R., 2016. Influence of forest composition and age on habitat use by bats in southwestern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* [en ligne]. février 2016. Vol. 94, n° 2, pp. 145-153. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.1139/cjz-2015-0167. Disponible à l'adresse : <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/cjz-2015-0167>
- MUNNÉ, A., PRAT, N., SOLÀ, C., BONADA, N. et RIERADEVALL, M., 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index:

ECOLOGICAL QUALITY OF RIPARIAN HABITAT. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* [en ligne]. mars 2003. Vol. 13, n° 2, pp. 147-163. [Consulté le 6 mars 2022]. DOI 10.1002/aqc.529. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aqc.529>

► OBER, Holly K. et HAYES, John P., 2008. Influence of Vegetation on Bat Use of Riparian Areas at Multiple Spatial Scales. *Journal of Wildlife Management* [en ligne]. février 2008. Vol. 72, n° 2, pp. 396-404. [Consulté le 10 mars 2022]. DOI 10.2193/2007-193. Disponible à l'adresse : <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2193/2007-193>

► O'KEEFE, Joy M., LOEB, Susan C., GERARD, Patrick D. et LANHAM, J. Drew, 2013. Effects of riparian buffer width on activity and detection of common bats in the southern Appalachian Mountains: Effects of Riparian Buffers on Bats. *Wildlife Society Bulletin* [en ligne]. juin 2013. Vol. 37, n° 2, pp. 319-326. [Consulté le 7 mars 2022]. DOI 10.1002/wsb.267. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wsb.267>

► REGNERY, Baptiste, COUVET, Denis, KUBAREK, Loren, JULIEN, Jean-François et KERBIRIOU, Christian, 2013. Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. *Ecological Indicators* [en ligne]. 1 novembre 2013. Vol. 34, pp. 221-230. [Consulté le 10 mars 2022]. DOI 10.1016/j.ecolind.2013.05.003. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X13001970>

► SCOTT, S. J., MCLAREN, G., JONES, G. et HARRIS, S., 2010. The impact of riparian habitat quality on the foraging and activity of pipistrelle bats (*Pipistrellus* spp.). *Journal of Zoology* [en ligne]. avril 2010. Vol. 280, n° 4, pp. 371-378. [Consulté le 18 mars 2022]. DOI 10.1111/j.1469-7998.2009.00670.x. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7998.2009.00670.x>

► SWYSTUN, Michael B., LANE, Jeffrey E. et BRIGHAM, R. Mark, 2007. Cavity roost site availability and habitat use by bats in different aged riparian cottonwood stands. *Acta Chiropterologica* [en ligne]. avril 2007. Vol. 9, n° 1, pp. 183-191. [Consulté le 12 mars 2022]. DOI 10.3161/1733-5329(2007)9[183:CRSAAH]2.0.CO;2. Disponible à l'adresse : <http://www.bioone.org/doi/abs/10.3161/1733-5329%282007%299%5B183%3ACRSAAH%5D2.0.CO%3B2>

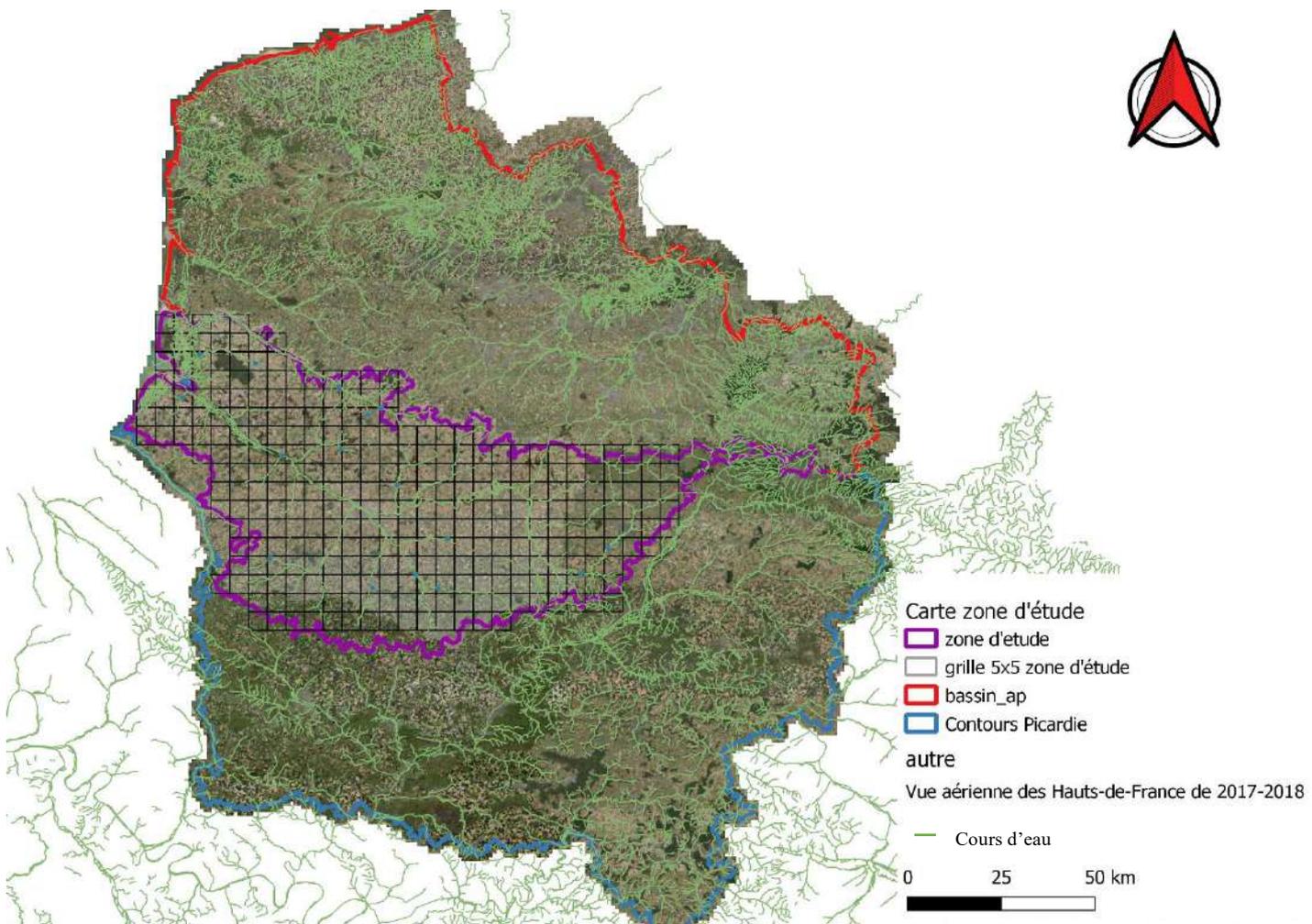
► THEOBOLD, D.M, MERRITT, D.M et NORMAN, J.B, 2010. Publication: Assessment of Threats to Riparian Ecosystems in the Western U.S. - ScienceBase-Catalog. [en ligne]. 2010. [Consulté le 14 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/512bd695e4b0523e997b0963>

Webographie

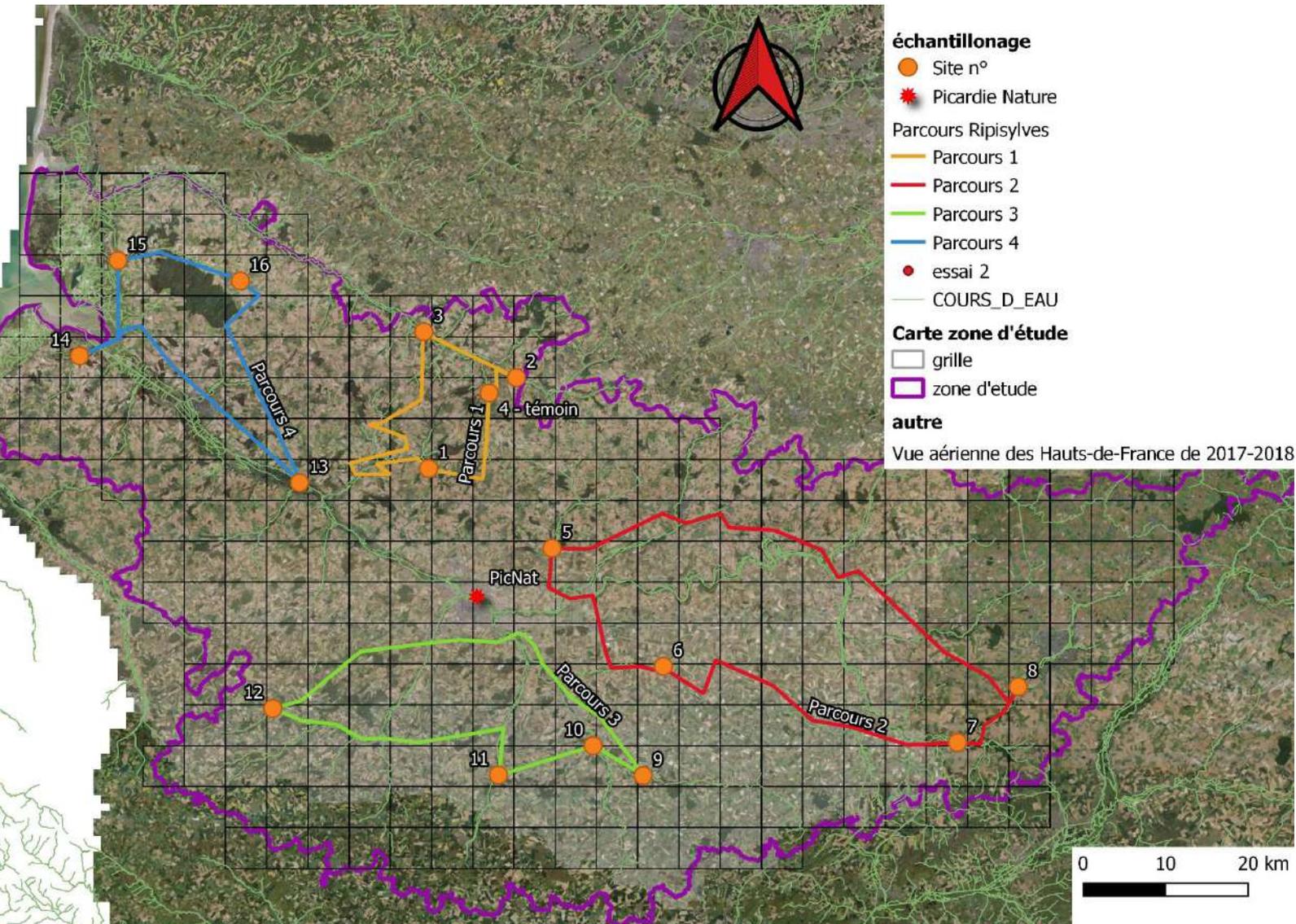
- ▶ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-zones-humides-en-france-en-2020>
[Consulté le 12 aout 2022].
- ▶ <https://www.fne-aura.org/ripisylves/> [Consulté le 7 mars 2022].
- ▶ <https://www.fne-aura.org/uploads/2021/06/calculateur-ibc-ripisylves-14052021.xlsm>
[Consulté le 7 mars 2022].
- ▶ https://www.observatoire-biodiversite-hdf.fr/sites/default/files/documents/medias/fiches-indicateurs/zones-a-dominante-humide_2011.pdf [Consulté le 7 mars 2022].
- ▶ https://www.artois-picardie.eaufrance.fr/IMG/pdf/brochure_ripisylves.pdf&sa=D&source=docs&ust=1662941409149817&usg=AOvVaw3IP1x0mtSzxvJzsl8e-MuB [Consulté le 4 mars 2022].
- ▶ <https://www.fne-aura.org/uploads/2020/08/fiche-de-releve-finale-bareme-des-scores.pdf>
[Consulté le 7 mars 2022].
- ▶ https://bvoudon.fr/sites/default/files/pdf/2018-etude_micro-mammiferes.pdf
[Consulté le 8 avril 2022].
- ▶ <http://www.cmnf.fr/fichiers/docs/chir-eau-rapport.pdf> [Consulté le 17 avril 2022].
- ▶ <https://www.sfepm.org/sites/default/files/inline-files/EDC17.pdf> [Consulté le 16 juillet 2022].

VII – Annexes

Annexe 1 : Carte des sites de la zone d'étude



Annexe 2 : Carte des sites d'échantillonnage avec parcours



Annexe 3 : Liste matériel utilisé pour l'étude



SM4BAT Aurélien BIRO©



Piège photographique (pour les grands mammifères) Aurélien BIRO©



Canne à pêche avec micro Aurélien BIRO©



Piège vidéo (pour les micromammifères) Aurélien BIRO©



Odomètre Aurélien BIRO©

Annexe 4 : Fiche relevé IBC

FICHE DE RELEVÉ IBC RIPISYLVES																																				
	REFERENCE DU RELEVÉ Nom du relevé : _____ Date : _____ Type de parcours : _____ Rive étudiée : _____ Largeur de la ripisylve parcourue : _____ Nom(s) des observateur(s) : _____																																			
	LOCALISATION DU RELEVÉ Département : _____ Commune : _____ Rivière et lieu-dit : _____ Gestionnaire / contacts : _____ Début Lat : _____ Long : _____ Alt : _____ Fin Lat : _____ Long : _____ Alt : _____																																			
Caractérisation du tronçon :	Commentaires sur le relevé et largeur réelle de la ripisylve :																																			
FACTEURS LIÉS AU PEUPELEMENT ET A LA GESTION		SCORE :																																		
A – Ligneux autochtones caractéristiques	Cocher et compter les groupements de ligneux autochtone ≥ 25 % des ligneux : <input type="checkbox"/> à bois tendre : peupliers hors cultivars (<i>Populus</i>), saules (<i>Salix</i>) <input type="checkbox"/> à bois dur : aulnes (<i>Ainus</i>), frênes (<i>Fraxinus</i>)	/5																																		
B – Structure verticale de la végétation	Cocher et compter les strates ≥ 10 % du relevé : <input type="checkbox"/> Hélophytes <input type="checkbox"/> Feuillage < 1,5 m <input type="checkbox"/> Feuillage 1,5 à 7 m <input type="checkbox"/> Feuillage > 7 m	/5																																		
C – Bois morts sur pied	Compter les arbres morts, les chandelles et les souches, en mesurant la circonférence ou le diamètre à 1,3 m de hauteur : <table border="1" data-bbox="438 873 1220 952"> <thead> <tr> <th></th> <th>Circonférence (cm)</th> <th>Diamètre (cm)</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bois Mort de dimension moyenne (BMm)</td> <td>[55 - 120]</td> <td>[17,5 - 37,5]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bois Mort de grosse dimension (BMg)</td> <td>≥ 120</td> <td>≥ 37,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre	Bois Mort de dimension moyenne (BMm)	[55 - 120]	[17,5 - 37,5]		Bois Mort de grosse dimension (BMg)	≥ 120	≥ 37,5		/5																						
	Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre																																	
Bois Mort de dimension moyenne (BMm)	[55 - 120]	[17,5 - 37,5]																																		
Bois Mort de grosse dimension (BMg)	≥ 120	≥ 37,5																																		
D – Bois morts au sol	Compter si et seulement si ≥ 1 m de long (hors tas de bois), en mesurant la circonférence ou le diamètre à 1 m du gros bout : <table border="1" data-bbox="438 1019 1220 1153"> <thead> <tr> <th></th> <th>Surface (m²)</th> <th>Hauteur (cm)</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tas de bois</td> <td>≥ 1</td> <td>≥ 40</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>Circonférence (cm)</th> <th>Diamètre (cm)</th> <th>Nombre</th> </tr> <tr> <td>Bois Mort de dimension moyenne (BMm)</td> <td>[55 - 120]</td> <td>[17,5 - 37,5]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bois Mort de grosse dimension (BMg)</td> <td>≥ 120</td> <td>≥ 37,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Surface (m²)	Hauteur (cm)	Nombre	Tas de bois	≥ 1	≥ 40			Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre	Bois Mort de dimension moyenne (BMm)	[55 - 120]	[17,5 - 37,5]		Bois Mort de grosse dimension (BMg)	≥ 120	≥ 37,5		/5														
	Surface (m²)	Hauteur (cm)	Nombre																																	
Tas de bois	≥ 1	≥ 40																																		
	Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre																																	
Bois Mort de dimension moyenne (BMm)	[55 - 120]	[17,5 - 37,5]																																		
Bois Mort de grosse dimension (BMg)	≥ 120	≥ 37,5																																		
E – Gros Bois et Très Gros Bois vivants	Compter en mesurant la circonférence ou le diamètre à 1,3 m de hauteur <table border="1" data-bbox="438 1176 1220 1265"> <thead> <tr> <th></th> <th>Circonférence (cm)</th> <th>Diamètre (cm)</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gros Bois (GB)</td> <td>≥ 150</td> <td>[47,5 - 67,5]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Très Gros Bois (TCB)</td> <td>≥ 210</td> <td>≥ 67,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre	Gros Bois (GB)	≥ 150	[47,5 - 67,5]		Très Gros Bois (TCB)	≥ 210	≥ 67,5		/5																						
	Circonférence (cm)	Diamètre (cm)	Nombre																																	
Gros Bois (GB)	≥ 150	[47,5 - 67,5]																																		
Très Gros Bois (TCB)	≥ 210	≥ 67,5																																		
F – Arbres vivants porteurs de dendromicrohabitats	Compter en respectant les règles suivantes : Règle 1 : Un arbre possédant plusieurs groupes de dendromicrohabitats est compté plusieurs fois Règle 2 : Un arbre possédant plusieurs dendromicrohabitats appartenant au même groupe n'est compté qu'une seule fois Règle 3 : Si plusieurs arbres possèdent le même groupe de dendromicrohabitats, en comptabiliser au max 4 sur le parcours en plein et 2 sur le parcours en points <table border="1" data-bbox="438 1400 1220 1870"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loges de pics : petite taille / moyenne taille / grande taille / flute de pic</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cavités à terreau : de pied / de tronc / semi = ouverte / ouverte vers le haut / branche creuse</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orifices et galeries d'insectes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Concavités : dendrotelme rempli d'eau / trou de nourrissage de pic / à fond dur</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aubier apparent : bois sans écorce / blessure due au feu / écorce décollée formant un abri</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aubier et bois de cœur apparents : cime brisée / bris de charpentièrre / fente</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bois mort dans le houppier : branches mortes / cime morte / vestige de charpentièrre brisée</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agglomérations de gourmands ou rameaux : balais de sorcièrre / borgne</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Loupes et chancres</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sporophores de champignons pérennes : polypore pérenne</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sporophores de champignons éphémères : polypore annuel / agaricale charnu</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plantes et lichens épiphytes ou parasites : bryophytes / lichens / lierre ou lianes / qui</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nids : gros nid de vertèbré</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Microsols : du houppier</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coulées de sève et de résine</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">TOTAL</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Nombre	Loges de pics : petite taille / moyenne taille / grande taille / flute de pic		Cavités à terreau : de pied / de tronc / semi = ouverte / ouverte vers le haut / branche creuse		Orifices et galeries d'insectes		Concavités : dendrotelme rempli d'eau / trou de nourrissage de pic / à fond dur		Aubier apparent : bois sans écorce / blessure due au feu / écorce décollée formant un abri		Aubier et bois de cœur apparents : cime brisée / bris de charpentièrre / fente		Bois mort dans le houppier : branches mortes / cime morte / vestige de charpentièrre brisée		Agglomérations de gourmands ou rameaux : balais de sorcièrre / borgne		Loupes et chancres		Sporophores de champignons pérennes : polypore pérenne		Sporophores de champignons éphémères : polypore annuel / agaricale charnu		Plantes et lichens épiphytes ou parasites : bryophytes / lichens / lierre ou lianes / qui		Nids : gros nid de vertèbré		Microsols : du houppier		Coulées de sève et de résine		TOTAL		/5
	Nombre																																			
Loges de pics : petite taille / moyenne taille / grande taille / flute de pic																																				
Cavités à terreau : de pied / de tronc / semi = ouverte / ouverte vers le haut / branche creuse																																				
Orifices et galeries d'insectes																																				
Concavités : dendrotelme rempli d'eau / trou de nourrissage de pic / à fond dur																																				
Aubier apparent : bois sans écorce / blessure due au feu / écorce décollée formant un abri																																				
Aubier et bois de cœur apparents : cime brisée / bris de charpentièrre / fente																																				
Bois mort dans le houppier : branches mortes / cime morte / vestige de charpentièrre brisée																																				
Agglomérations de gourmands ou rameaux : balais de sorcièrre / borgne																																				
Loupes et chancres																																				
Sporophores de champignons pérennes : polypore pérenne																																				
Sporophores de champignons éphémères : polypore annuel / agaricale charnu																																				
Plantes et lichens épiphytes ou parasites : bryophytes / lichens / lierre ou lianes / qui																																				
Nids : gros nid de vertèbré																																				
Microsols : du houppier																																				
Coulées de sève et de résine																																				
TOTAL																																				
G – Abris racinaires aquatiques	Compter le nombre d'arbres vivants ET morts avec abris : Entrelacs racinaires (S > 600 cm² = format A4) et cavités (ø > 20 cm, prof. > 10 cm) : <table border="1" data-bbox="1117 1870 1220 1937"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre		/5																																
Nombre																																				
		/35																																		

FACTEURS LIÉS AU CONTEXTE		SCORE :																																															
H – Continuité temporelle de l'état boisé	À réaliser au bureau en se référant aux explications de la notice :	/5																																															
I – Milieux aquatiques complémentaires au cours d'eau	<p>Dans une limite de 10 m par rapport à la zone de relevé côté rive étudiée, cocher les types présents sur la berge :</p> <input type="checkbox"/> Source ou suintement <input type="checkbox"/> Ruisseau, fossé humide non entretenu ou petit canal (largeur < 1 m) <input type="checkbox"/> Confluence avec un autre cours d'eau <input type="checkbox"/> Bras mort, isolé, secondaire <input type="checkbox"/> Lac ou plan d'eau profond <input type="checkbox"/> Etang, lagune ou plan d'eau peu profond <input type="checkbox"/> Mare ou autre petit point d'eau <input type="checkbox"/> Tourbière <input type="checkbox"/> Zone marécageuse	/5																																															
J – Milieux minéraux annexes	<p>Dans une limite de 10 m par rapport à la zone de relevé côté rive étudiée, cocher les types présents sur la berge $\geq 50 \text{ m}^2$ cumulés (hors amoncellement de blocs stables) :</p> <input type="checkbox"/> Falaise <input type="checkbox"/> Grotte ou gouffre <input type="checkbox"/> Rocher de hauteur inférieure à celle du peuplement (gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurement rocheux) <input type="checkbox"/> Éboulis instable <input type="checkbox"/> Chaos de blocs > 2 m <input type="checkbox"/> Affleurement de banc de galets (hors lit mineur) <input type="checkbox"/> Plage de dépôt de sédiments fins (suite à crue) <input type="checkbox"/> Berges meubles verticales (nidification oiseaux des rivages, gîtes à insectes, etc.) <input type="checkbox"/> Amoncellement de blocs stables (dont éboulis, tas de pierre, ruine, murette) < 50 m de long cumulés et offrant des capacités d'accueil pour la biodiversité	/5																																															
		/15																																															
FACTEURS LIÉS AUX PERTURBATIONS DU MILIEU		SCORE :																																															
K – Présence d'arbres exotiques et d'espèces invasives	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) Liste A et B AERMC (2016)</th> <th colspan="2">Pourcentage de recouvrement</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ailante</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Balsamine de l'Himalaya</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Berce du Caucase</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Buddleia de David / Arbre aux papillons</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Erable negundo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Faux indigo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Launer cerise</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Raisin d'Amérique</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Renouées asiatiques</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Solidages</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Topinambour</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Vigne vierge commune</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>EEE Liste C AERMC (2016)</td><td>Robinier faux acacia</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) Liste A et B AERMC (2016)	Pourcentage de recouvrement				Ailante			Balsamine de l'Himalaya			Berce du Caucase			Buddleia de David / Arbre aux papillons			Erable negundo			Faux indigo			Launer cerise			Raisin d'Amérique			Renouées asiatiques			Solidages			Topinambour			Vigne vierge commune			EEE Liste C AERMC (2016)	Robinier faux acacia		TOTAL			/5
	Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) Liste A et B AERMC (2016)		Pourcentage de recouvrement																																														
	Ailante																																																
	Balsamine de l'Himalaya																																																
	Berce du Caucase																																																
	Buddleia de David / Arbre aux papillons																																																
	Erable negundo																																																
	Faux indigo																																																
	Launer cerise																																																
Raisin d'Amérique																																																	
Renouées asiatiques																																																	
Solidages																																																	
Topinambour																																																	
Vigne vierge commune																																																	
EEE Liste C AERMC (2016)	Robinier faux acacia																																																
TOTAL																																																	
Nom(s) espèce(s) invasive(s) observée(s) non listée(s) :																																																	
L – Dégénération et perturbations du milieu	<p>Dans une limite de 10 m par rapport à la zone de relevé côté rive étudiée, cocher les types présents sur la berge :</p> <input type="checkbox"/> Artificialisation et dégradation des berges : palplanches, enrochements en béton et en pierre <input type="checkbox"/> Artificialisation des milieux : culture agricole, gestion forestière intensive, jardins et parcs entretenus, espaces clôturés infranchissables (grillages) <input type="checkbox"/> Imperméabilisation <input type="checkbox"/> Fréquentation humaine et espèces associées (chiens, chevaux, bovins), berges fortement érodées de plus de 50 m de long, passage à gué <input type="checkbox"/> Décharge sauvage ($S > 1 \text{ m}^2$)	/5																																															
		/10																																															
FACTEURS DE CONNECTIVITÉ		SCORE :																																															
M – Connectivité longitudinale	À partir de photographies aériennes et d'une vérification sur le terrain, évaluer les paramètres suivants :																																																
	<p>M1 % de la berge avec plus de 5 m de large de couvert arboré ou arbustif (prendre en compte le houppier) : /5</p> <p>M2 Infrastructures de transport (route goudronnée, voie ferrée) transversales aux cours d'eau en mètres de large cumulés : /5</p>																																																
N - Connectivité transversale	Sur la zone de relevé, évaluer les paramètres suivants :																																																
	N1 Connexion du cours d'eau au lit majeur : /5																																																
	N2 % de sol nu sans végétation : /5																																																
N3 Pente moyenne de la berge : /5																																																	
O – Connectivité paysagère	À partir de photographies aériennes et de vérification sur le terrain sur un périmètre de 100 m (amont, aval, latéral) autour des deux rives étudiées, évaluer les paramètres suivants :																																																
	O1 Distance de la ripisylve avec les corridors écologiques à proximité : /5																																																
	O2 Nombre et type d'infrastructures de transport à proximité de la ripisylve : /5																																																
O3 Nombre de bâtiments à proximité de la ripisylve : /5																																																	
		/40																																															
		/100																																															

Barème indicatif des scores IBC Ripisylves

FACTEURS LIÉS AU PEUPELEMENT ET À LA GESTION					
A – Ligneux autochtones caractéristiques	Pas de groupement		1 groupement	2 groupements	
	0		2	5	
B – Structure verticale de la végétation	1 strate		2 – 3 strates	4 strates	
	0		2	5	
C – Bois morts sur pied	Enplein Enpoints	BMm ET BMg	BMm ET BMg	BMg	BMg
		<5 <5	≥5 <5	[5 - 8[	≥8
	<3 <3	≥3 <3	3	≥4	
0		1	2	5	
D – Bois morts au sol	Enplein Enpoints	Tas de bois ou BMm ET BMg	Tas de bois ou BMm ET BMg	BMg	BMg
		<5 <5 <5	≥5 ≥5 <5	[5 - 8[	≥8
	<3 <3 <3	≥3 ≥3 <3	3	≥4	
0		1	2	5	
E – Gros Bois et Trée Gros Bois vivants	Enplein Enpoints	GB ET TGB	GB ET TGB	TGB	TGB
		<5 <5	≥5 <5	[5 - 10[	≥10
	<3 <3	≥3 <3	[3 - 5[	≥5	
0		1	2	5	
F – Arbres vivants porteurs de dendromicrohabitats	Enplein Enpoints	<5	[5 - 10[	≥10	
		<3	[3 - 5[	≥5	
	0		2	5	
G – Abris racinaires aquatiques	Enplein Enpoints	<5	[5 - 10[	≥10	
		<3	[3 - 5[	≥5	
	0		2	5	
FACTEURS LIÉS AU CONTEXTE					
H – Continuité temporelle de l'état boisé	Pas forêt ancienne		Forêt ancienne probable ou défrichée en partie	Forêt ancienne	
	0		2	5	
I – Milieux aquatiques complémentaires au cours d'eau	Aucun type		1 type	≥ 2 types	
	0		2	5	
J – Milieux minéraux annexes	0 – 1 type		2 types	≥ 3 types	
	0		2	5	
FACTEURS LIÉS AUX PERTURBATIONS DU MILIEU					
K – Présence d'arbres exotiques et d'espèces invasives	> 15 %		] 1 % - 15 %]	≤ 1 %	0 %
	0		2	4	5
L – Dégradations et perturbations du milieu	≥ 2 types		1 type	Aucun type	
	0		2	5	
FACTEURS DE CONNECTIVITE					
M – Connectivité longitudinale	M1	< 25 %	] 25 % - 50 %]	] 50 % - 75 %]	> 75 %
		0	2	4	5
	M2	> 30 m	] 15 m - 30 m]	≤ 15 m	0 m
0		2	4	5	
N – Connectivité transversale	N1	Berge complètement déconnectée	Berge partiellement déconnectée	Berge connectée	
		0	2	5	
	N2	> 75 %	] 50 % - 75 %]	[25 % - 50 %]	< 25 %
		0	2	4	5
N3	> 100 % (45°)	] 20 % - 100 %] (11° - 45°)	< 20 % (11°)		
	0	2	5		
O – Connectivité paysagère	O1	> 100 m	] 50 m - 100 m]	≤ 50 m	0 m
		0	2	4	5
	O2	Plusieurs grosses routes / une autoroute / TGV grillagé	Une grosse route / plusieurs petites routes	Une petite route	Aucune route
		0	2	4	5
	O3	> 5 bâtiments	2 – 5 bâtiments	1 bâtiment	0 bâtiment
0		2	4	5	

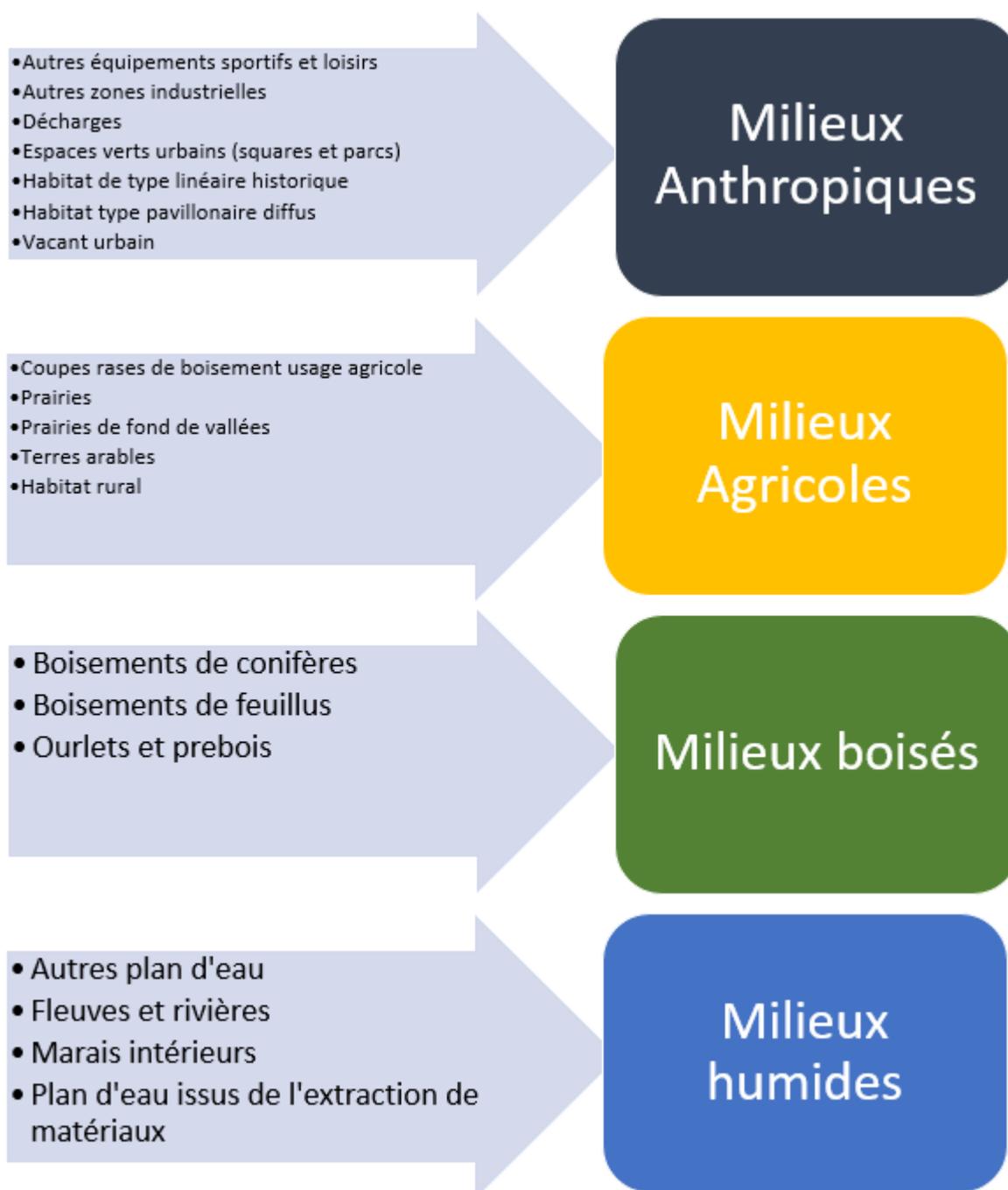
Annexe 5 : Réalisation des complexes pour l'étude des chiroptères

Nom complexe	PipPip	Kuhl/Nath	Myotis Sp	Plecotus Sp	Sérotule	BarBar	Rhinolophe
Espèces	Pipistrelles communes	Pipistrelles de Kuhl, Pipistrelles de Nathusius	Toutes les espèces de murins	Oreillard Gris, Oreillard roux	Sérotine Commune, Noctule Commune, Noctule de leisler	Barbastelle d'Europe	Grand Rhinolophe, Petit Rhinolophe
caractéristiques	Espèce ubiquiste, pouvant utiliser les haies pour se déplacer et se nourrir	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fréquente les milieux anthropisés ▶ Espèces forestière 	Forte diversité d'espèces, avec des spécialistes chassant sur l'eau, des espèces forestières ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aime les milieux ouverts, agricoles et anthropisés (difficile à discerner de l'oreillard roux ▶ Espèce forestière 	<p>Espèces de haut vol, avec une forte détectabilité (au-delà de 100m).</p> <p>Difficile de dissocier les différentes espèces</p>	Espèce forestière favorisant les forêts ouvertes	Espèces très liés et dépendantes aux linéaires, qu'elles suivent pour s'alimenter et se déplacer

Annexe 6 : Exemple de calendrier pour la pose et la récupération des détecteurs acoustiques

Mardi		Mercredi		Jeudi		Vendredi	
Matin	Après-midi	Matin	Après-midi	Matin	Après-midi	Matin	Après-midi
21 juin 22		22 juin 22		23 juin 22		24 juin 22	
Pose détecteur parcours 2		Récupération détecteur parcours 2		Pose détecteur parcours 4		Récupération détecteur parcours 4	
28 juin 22		29 juin 22		30 juin 22		1 juil. 22	
Pose détecteurs Parcours 3		Récupération détecteurs 3		Pose détecteurs Parcours 1		Récupération détecteurs Parcours 1	

Annexe 7 : Regroupement des habitats en « milieux » (couche source : Corine Land Cover 2010)



Annexe 8 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de toutes les espèces

Toutes_especes			
<i>Predictors</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	73.57 **	3.60 – 1504.32	5.245e-03
Note Ripisylve	1.04 **	1.01 – 1.07	1.703e-03
Perturbations du milieu (10)	0.99	0.70 – 1.41	9.711e-01
Millieux anthropiques	1.07	0.97 – 1.19	1.911e-01
Random Effects			
σ^2	0.95		
τ_{00} Point	0.40		
τ_{00} date_pose	0.40		
ICC	0.46		
N _{date_pose}	12		
N _{Point}	16		
Observations	47		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.215 / 0.573		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Annexe 9 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de toutes les espèces

Toutes_especes			
<i>Predictors</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	153.20 ***	34.21 – 686.00	4.754e-11
Note Ripisylve	1.03 *	1.01 – 1.05	1.348e-02
Random Effects			
σ^2	0.94		
τ_{00} Point	0.41		
τ_{00} date_pose	0.41		
ICC	0.46		
N _{date_pose}	12		
N _{Point}	16		
Observations	47		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.149 / 0.543		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Annexe 10 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude des Pipistrelles communes

PipPip			
<i>Predictors</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	54.12 *	2.22 – 1317.75	1.427e-02
Note Ripisylve	1.04 **	1.01 – 1.07	3.437e-03
Perturbations du milieu (10)	0.99	0.68 – 1.45	9.785e-01
Millieux anthropiques	1.06	0.95 – 1.18	3.140e-01
Random Effects			
σ^2	0.92		
τ_{00} Point	0.45		
τ_{00} date_pose	0.45		
ICC	0.49		
N _{date_pose}	12		
N _{Point}	16		
Observations	47		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.200 / 0.595		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Annexe 11 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude des Pipistrelles communes

PipPip			
<i>Predictors</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	97.60 ***	20.30 – 469.17	1.074e-08
Note Ripisylve	1.03 *	1.01 – 1.06	1.350e-02
Random Effects			
σ^2	0.92		
τ_{00} Point	0.45		
τ_{00} date_pose	0.45		
ICC	0.49		
N _{date_pose}	12		
N _{Point}	16		
Observations	47		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.157 / 0.573		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Annexe 12 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle complet sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres

<i>Predictors</i>	Richesse_specifique		
	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	3.24 **	1.58 – 6.66	1.396e-03
Note Ripisylve	1.01 *	1.00 – 1.02	1.612e-02
Random Effects			
σ^2	0.13		
τ_{00} Point	0.00		
N_{Point}	16		
Observations	16		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.338 / NA		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Annexe 13 : Tableaux récapitulatifs GLMM du modèle final sur l'étude de la richesse spécifique des mammifères terrestres

<i>Predictors</i>	Richesse_specifique		
	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	2.75	0.52 – 14.65	2.349e-01
Note Ripisylve	1.01	1.00 – 1.03	5.020e-02
Perturbations du milieu (10)	1.02	0.86 – 1.20	8.333e-01
Millieux Agricoles	1.00	0.98 – 1.02	8.463e-01
Millieux anthropiques	1.01	0.96 – 1.07	6.095e-01
Random Effects			
σ^2	0.13		
τ_{00} Point	0.00		
N_{Point}	16		
Observations	16		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.354 / NA		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Résumé :

Les ripisylves ou forêts alluviales, sont des habitats offrant de nombreux avantages écosystémiques, à la fois abiotiques (limitation de l'érosion des sols) et biotiques. Cependant, la gestion subie par ces milieux induit une forte diminution de leur qualité, aussi bien à l'échelle nationale que locale. Pour permettre d'établir des préconisations visant à améliorer la gestion et donc la qualité des ripisylves, Picardie Nature a décidé, avec le soutien de ses partenaires, de déterminer des indicateurs de qualité de ces milieux. Pour ce faire, l'objectif sera d'évaluer à l'aide de l'Indice de Biodiversité et de Connectivité (IBC), la qualité de 16 ripisylves et de la confronter à des indicateurs biologiques que sont les mammifères. A l'aide de détecteurs acoustiques passifs (pour les chiroptères) et de pièges photographiques et de recherche d'indices (pour les mammifères terrestres), l'objectif principal de cette étude est de déterminer les paramètres influençant l'usage fait par les mammifères de ces milieux et la richesse biologique qu'ils abritent.

Mots clés : Ripisylves, Chiroptères, Mammifères, qualité, IBC, gestion

Abstract :

Riparian forests are habitats offering many ecosystem benefits, both abiotic (limiting soil erosion) and biotic. However, the management of these environments leads to a sharp decrease in their quality, both at the national and local level. To make it possible to establish recommendations aimed at improving the management and therefore the quality of these habitats, "Picardie Nature" decided, with the support of its partners, to determine quality indicators of these environments. To do so, the objective will be to evaluate the quality of 16 riparian forest using the Biodiversity and Connectivity Index or "l'Indice de Biodiversité et de Connectivité" (IBC) and compare it with biological indicators such as mammals. Using passive acoustic detectors (for bats) and photographic traps and search for clues (for terrestrial mammals), the main objective of this study is to determine the parameters influencing the use made by mammals in these environments and the biological richness they support.

Keywords: Ripisylves, Bats, Mammals, quality, IBC, management
