Étude sur la fonctionnalité d'un réseau de haies dans la Somme pour les Chiroptères.

Par Aurélien BATAILLE

Cet article est le résumé de l'étude sur la fonctionnalité d'un réseau de haies dans la Somme pour les Chiroptères, réalisé par Aurélien BATAILLE dans le cadre de son stage de Master 2 GEB (Université des Sciences et Technologies de Lille) au sein de Picardie Nature.

Les chauves-souris appartiennent à la classe des Mammifères et constituent l'ordre des Chiroptères. En France métropolitaine, elles représentent 35 espèces, soit environ un tiers des Mammifères du territoire. Enfin, 22 espèces sont recensées dans la région des Hauts-de-France et 21 sur le territoire picard.

En Europe, les Chiroptères sont des espèces lucifuges qui ont des modes de vie nocturnes. Ils s'orientent dans l'environnement et chassent notamment par l'écholocation. Il s'agit de l'émission, par la bouche ou le nez, de cris ultrasons inaudibles pour l'être humain, de 20 KHz à 120 KHz selon les espèces, puis de la réception de l'écho de ces ultrasons, par les oreilles, qui leur apporte des informations.

Toutes les espèces de chauves-souris d'Europe sont exclusivement insectivores et consomment de nombreux insectes et araignées. Elles peuvent en manger l'équivalent d'un tiers de leur propre poids chaque nuit en période d'activité, ainsi certains ravageurs des cultures comme le Carpocapse de la pomme *Cydia pomonella* ou la Tordeuse orientale *Grapholita molesta*. Elles jouent donc un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes et sont un vecteur de lutte biologique.

Du fait de leur régime alimentaire spécialisé, les différentes espèces de chauves-souris chassent dans des milieux différents où elles trouvent leurs proies. Chaque espèce a adapté ses techniques de chasse en fonction du type de proies recherchées (papillons de nuit, araignées, scarabées...) et de l'habitat fréquenté (sous-bois, feuillage, haies, prairies...). Ces adaptations se reflètent dans la diversité des types de signaux ultrasonores émis par les différentes espèces.

L'analyse de ces signaux ultrasonores permet alors de différencier les espèces de chiroptères. Les émissions ultrasonores sont en quelque sorte la signature sonore de l'espèce. Le cycle biologique des chauves-souris des climats tempérés est complexe et entre autres imposé par le régime alimentaire.

Par exemple, la différence d'abondance de l'entomofaune en fonction des saisons est une des causes de leur hibernation, de leur réveil au printemps et de la mise bas de leur petit qui est synchronisée avec l'émergence et la disponibilité des insectes.

Aussi, les chauves-souris exploitent différents types de gîtes (de repos, de reproduction ou d'hibernation) en lien avec leur cycle biologique :

- En hiver, elles entrent en léthargie et hibernent dans des gîtes d'hibernation (par exemple des cavités souterraines) à température stable et hors-gel, de 8°C à 10°C selon les espèces.

- L'été, les femelles se regroupent en colonies et donnent naissance à un, voire plus rarement chez certaines espèces, deux petits, puis les élèvent pendant 2 à 3 mois au sein des gites d'été à température chaude (par exemple des greniers de fermes) ; les mâles sont, quant à eux, le plus souvent solitaires.

- À l'automne, les accouplements ont lieu sur les sites de reproduction, permettant un certain brassage génétique.

Enfin, les espèces ont besoin de terrains de chasse où elles pourront trouver des proies en adéquation avec leur régime alimentaire ou encore certains gîtes et axes de transit entre ces différents habitats.

La spécialisation du régime alimentaire, la position au sommet de leur chaîne alimentaire ainsi que la dépendance à une diversité d'habitats, confèrent au groupe des chiroptères une vulnérabilité relativement forte aux perturbations des écosystèmes, et en font de bons bio-indicateurs de la qualité de l'environnement.

À partir du milieu des années 1950, l'environnement des chauves-souris s'est dégradé. Nous pouvons citer entre autres la pollution lumineuse qui crée des zones infranchissables pour des chauves-souris lucifuges (comme les Rhinolophes ou les Murins), le développement des éoliennes si elles sont mal placées, le réseau routier qui occasionne des collisions mortelles, la modification du bâti ou encore certaines gestions forestières qui tendent à rajeunir les peuplements et à faire disparaître les arbres âgés pourtant riches en gîtes favorables à certaines chauves-souris forestières (des cavités de pics par exemple).







Photos 1, 2 et 3
(Photos François SCHWABB)
Quelques espèces prises en compte dans l'étude :

En haut, la **Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*** est l'espèce la plus commune et la plus ubiquiste de la région.

À gauche, l'**Oreillard roux *Plecotus auritus***.
Les Oreillards sont caractérisés par leurs très grandes oreilles.

À droite, le **Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum***, une espèce menacée (VULNÉRABLE) à l'échelle de la Picardie.

D'autres menaces liées aux modifications (principalement intensification) des pratiques agricoles sont apparues au cours du siècle dernier. D'une part, d'importantes utilisations de produits phytosanitaires qui impactent l'entomofaune. D'autre part, l'augmentation de la taille des parcelles agricoles avec pour corollaire l'arasement des haies qui jouent pourtant un rôle écologique important pour différentes espèces de chauves-souris.

En conséquence, une grande partie des effectifs de chauves-souris a diminué.

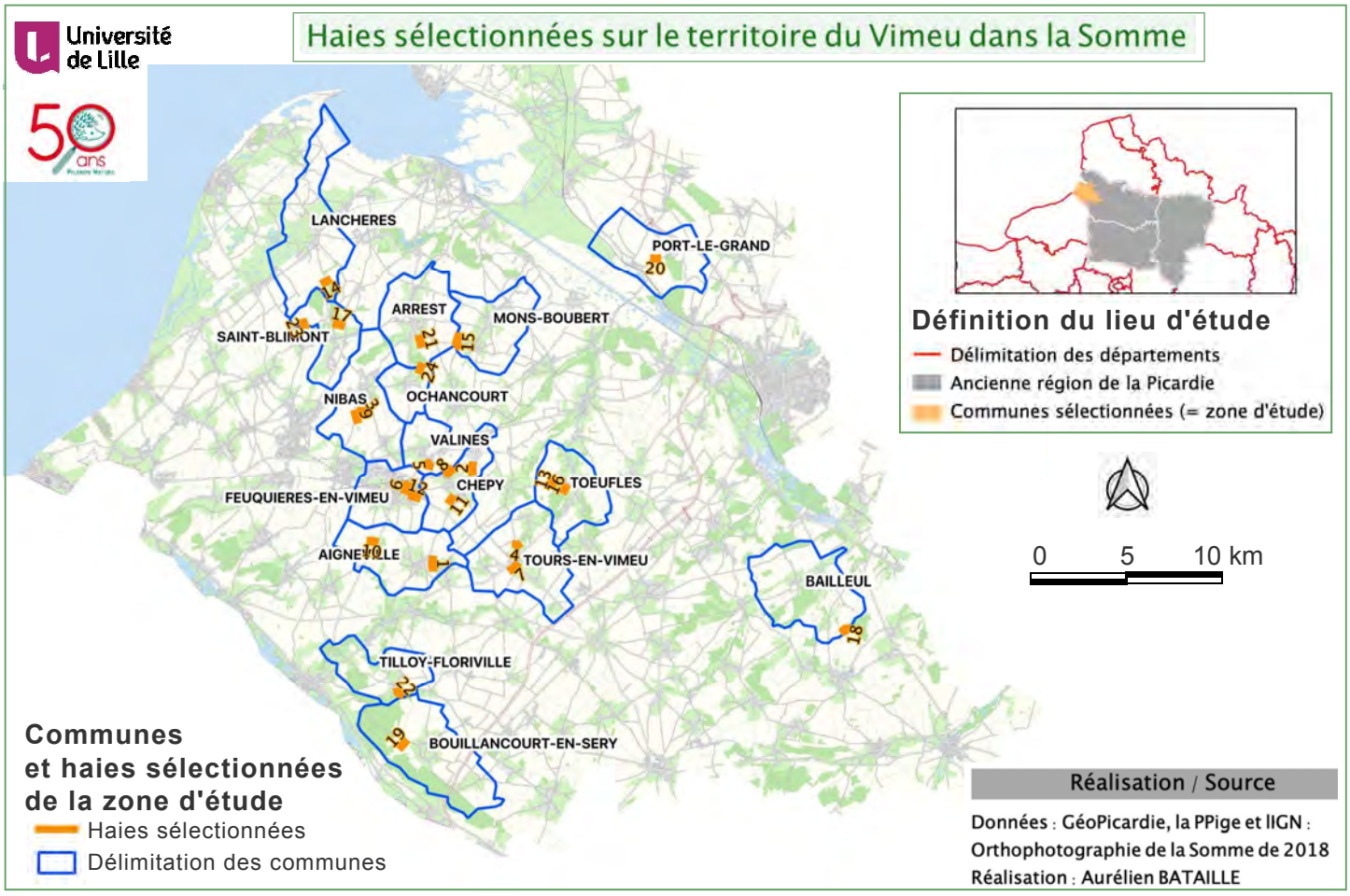
Par exemple, d'après la listes rouge de Picardie (éditée en 2016 par l'Association Picardie-Nature et validé par l'UICN), sur les 21 espèces recensées sur le territoire picard, presque une espèce sur trois est menacée, état de menace jugé soit VULNÉRABLE (VU), EN DANGER (EN) ou EN DANGER CRITIQUE (CR).

Les chauves-souris bénéficient en conséquence aujourd'hui de protections réglementaires à différentes échelles spatiales. Ainsi, dans tous les pays européens, toutes les chauves-souris sont strictement protégées au titre de l'annexe IV de la directive européenne (CEE N°92/43) « Habitats-Faune-Flore » de 1992. En France, toutes les espèces de chauves-souris sont protégées depuis la loi de 1976 par l'article L.411-1 du Code de l'Environnement ainsi que certains de leurs habitats (habitats de reproduction et d'hibernation) depuis l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 et son arrêté modificatif du 15 septembre 2012.

Le rôle spécifique des haies pour les chauves-souris

Certaines espèces de chauves-souris dépendent d'une mosaïque de milieux différents reliés par des structures de guidage telles que les réseaux de haies **pour assurer leur cycle biologique**. Ces haies ont comme première fonctionnalité un rôle de corridors écologiques de déplacement pour rejoindre des territoires de chasse ou passer d'un habitat à un autre. Ensuite, ces haies présentent une abondance et une forte diversité d'insectes. Ainsi, les haies représentent pour les chauves-souris des terrains de chasse pour leur disponibilité en insectes. Les différentes espèces ont cependant des penchants pour des haies offrant par exemple un maximum de proies correspondant à leurs préférences alimentaires. Il en résulte une attractivité des chauves-souris qui pourrait être conditionnée par différents paramètres écologiques des haies. Il s'agit notamment de la typologie des haies et de la nature des habitats présents à proximité.

Matériel et méthodes



Carte 1 : localisation de la zone d'étude

Nous avons sélectionné 24 haies réparties sur l'ensemble du territoire du Vimeu. Ces haies ont été choisies de façon à correspondre à un ensemble de trois facteurs étudiés qui rendraient les haies plus ou moins attractives pour les activités (de chasse ou de déplacement) des différentes espèces de chauves-souris.

1. Le facteur Typologie.
Le facteur Typologie possède deux modalités : d'une part les « Haies basses » définies comme des haies à une seule strate arbustive, d'autre part, les « Haies hautes » qui sont définies comme des haies multi-strates avec une strate arbustive et une arborée.

2. Le facteur Habitat.
Ce facteur possède deux modalités. Soit la haie part d'un « Village », soit elle part d'un « Boisement». Ce facteur Habitat source sert à prendre en compte les espèces plutôt anthropophiles, pouvant utiliser des gîtes diurnes au sein de villages, ou d'autres espèces plutôt forestières. Nous avons cherché si nous constations effectivement des différences significatives à la suite des tests statistiques.

3. Le facteur Zone de gagnage.
Le facteur Zone de gagnage correspond au milieu direct dans lequel se jette la haie. Il est de deux modalités. Soit ce milieu est une « Prairie », soit c'est un « Champ ».

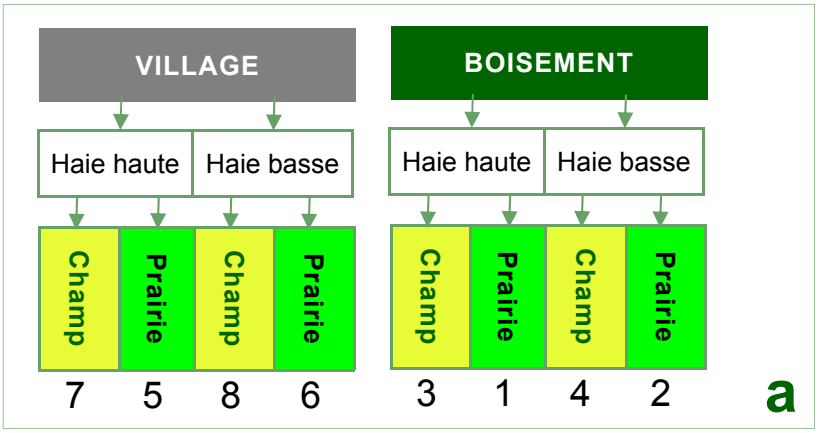


Schéma du design expérimental :
L'expérience a étudié des haies différentes en fonction des trois facteurs à deux modalités chacun. En b) sont représentées les haies aux différentes modalités choisies. Les numéros sont reportés en a).

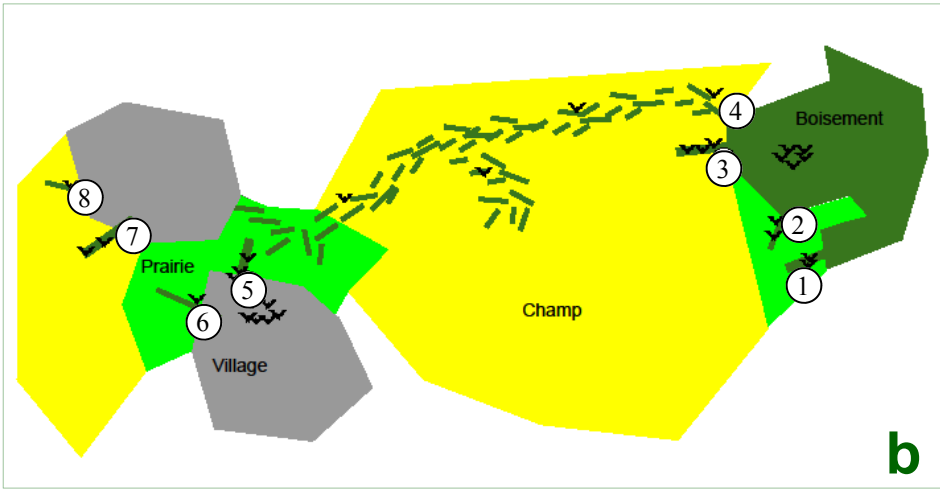


Schéma 1 : méthodologie

La principale étude statistique a donc consisté à comparer chacune des modalités de ces facteurs ainsi que l'interaction qu'il peut exister entre elles. Autrement dit : « quelles sont les modalités qui sont les plus significativement favorables aux activités (chasse et/ou déplacement) des chauves-souris ? »

Cette étude a consisté à enregistrer les cris des chauves-souris sur un total de 72 nuits complètes (24 haies X 3 réplicas dans le temps), à l'aide de trois enregistreurs passifs. Il s'agit de détecteurs qui enregistrent en continu, et de manière autonome, l'ensemble des sons de Chiroptères qu'ils détectent, puis stockent ces données sur une carte mémoire SD.

Les signaux enregistrés sont ensuite travaillés à l'aide de logiciels dédiés et peuvent être attribuables aux espèces ou groupes d'espèces. Il est aussi possible de déterminer l'activité de la chauve-souris enregistrée par la présence de buzz de capture (activité de chasse) ou leur absence (activité de déplacement). Sur ces 72 nuits d'enregistrement, 19 647 contacts de chauves-souris ont été enregistrés et attribués à une espèce ou groupe d'espèces et à son activité.



Photo 4 (Photo Aurélien BATAILLE)
Exemple de haie sélectionnée. Il s'agit d'une haie basse, partant d'un boisement (au fond) et rejoignant une prairie.



Photo 5 (Photo Aurélien BATAILLE)
Enregistreur passif SM3. Le micro est déporté à environ 2 mètres de hauteur.

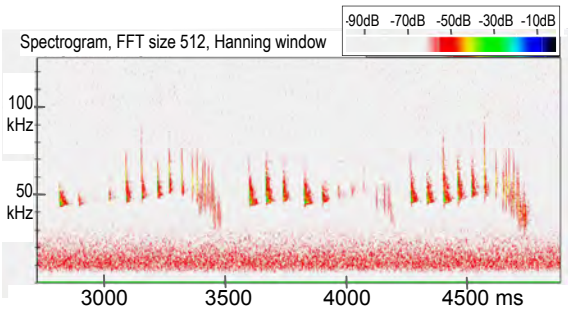


Illustration 1 : Un sonogramme de Pipistrelle commune. Il s'agit d'une séquence de chasse. Trois « buzz de capture » sont présents et caractérisés par des cris très courts, très modulés et de plus en plus fréquents lorsque la chauve-souris se rapproche d'un insecte.

Résultats

Analyse à l'échelle géographique locale.
Le tableau 1 présente des résultats du test non paramétrique de Scheirer Ray Hare. Ces résultats sont à interpréter en parallèle des autres figures qui suivent. Ces résultats sont différenciés par espèce ou groupe d'espèces et par activité en fonction des facteurs étudiés à l'échelle locale

Espèce	Activités	Facteurs	DF	Sum Sq	H	P.value
Pipistrelle commune	Déplacement	Typologie	1	4125.3	9.4204	0.00215 **
	Chasse	Typologie	1	3726.7	8.5549	0.00345 **
Murin	Déplacement	Typologie	1	1317.6	3.0535	0.080564
		Habitat source	1	2508.7	5.804	0.015899 *
		Zone de gagnage	1	2200.1	5.0987	0.02394 *
		Typologie *Habitat source	1	1292	2.9943	0.083559
	Chasse	Typologie	1	1901.4	8.2274	0.004126 **
		Typologie *Habitat source	1	1672.3	7.2363	0.007144 **
Oreillard	Déplacement	Habitat source	1	2875.3	6.7635	0.0093 **
		Zone de gagnage	1	2278.1	5.3587	0.02062 *
Barbastelle	Déplacement	Habitat source	1	288	4.1739	0.04105 *
		Zone de gagnage	1	288	4.1739	0.04105 *
		Typologie *Habitat source	1	288	4.1739	0.04105 *
ensemble des espèces	Déplacement	Typologie	1	3669.4	8.3784	0.0038 **
	Chasse	Typologie	1	3556.1	8.1604	0.00428 **

Tableau 1 : Présentation des résultats du test de Scheirer Ray Hare.

Ce test prend en compte 3 facteurs (Typologie, Habitat source et Zone de gagnage) à deux modalités chacun et leurs interactions. La p-value signifie le risque de se tromper en acceptant l'hypothèse H 1 qu'il existe une différence significative. Cette différence est significative ** quand elle accepte un risque <1% de se tromper, * quand elle accepte un risque <5% de se tromper

L'influence de la Typologie

La figure 1 présente les taux d'activité moyens enregistrés par nuit en fonction du facteur Typologie, par espèce ou groupe d'espèces et par activité. Le taux d'activité moyen correspondant a été inscrit à l'intérieur des histogrammes.

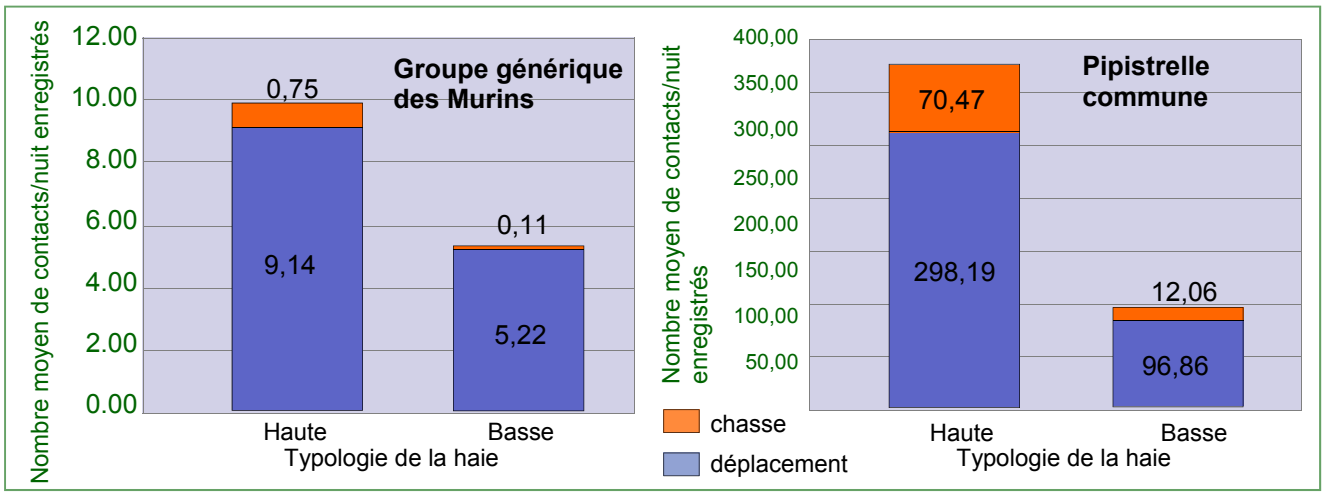


Figure 1 : Taux d'activité moyen par nuit en fonction de la typologie (soit haie haute multi-strates soit haie basse arbustive). Les activités sont aussi différenciées, l'activité de déplacement en bleu et l'activité de chasse en orange.

Le tableau 1 nous indique des différences significatives concernant l'influence de la Typologie sur l'activité de déplacement et l'activité de chasse de la Pipistrelle commune et l'activité de déplacement et l'activité de chasse du groupe générique des Murins (à un risque de 8% de chance de se tromper, ce qui peut-être accepté du fait qu'il s'agit d'une étude de terrain, que tout ne peut pas être sous contrôle, qu'il existe des biais, mais que la tendance semble être quand même présente).

La figure 1 nous indique un taux d'activité moyen supérieur au niveau des haies hautes pour la Pipistrelle commune et le groupe générique des Murins pour ces deux activités.

Il existe aussi une différence significative des activités de déplacement et de chasse, toutes espèces confondues. Les haies hautes enregistrent significativement plus de contacts que les haies basses pour ces deux activités.

L'influence de l'Habitat source

La figure 2 présente les taux d'activité moyens enregistrés par nuit en fonction du facteur Habitat source, par espèce ou groupes d'espèces et par activité. Les taux d'activité moyens enregistrés ont été inscrits à l'intérieur des histogrammes.

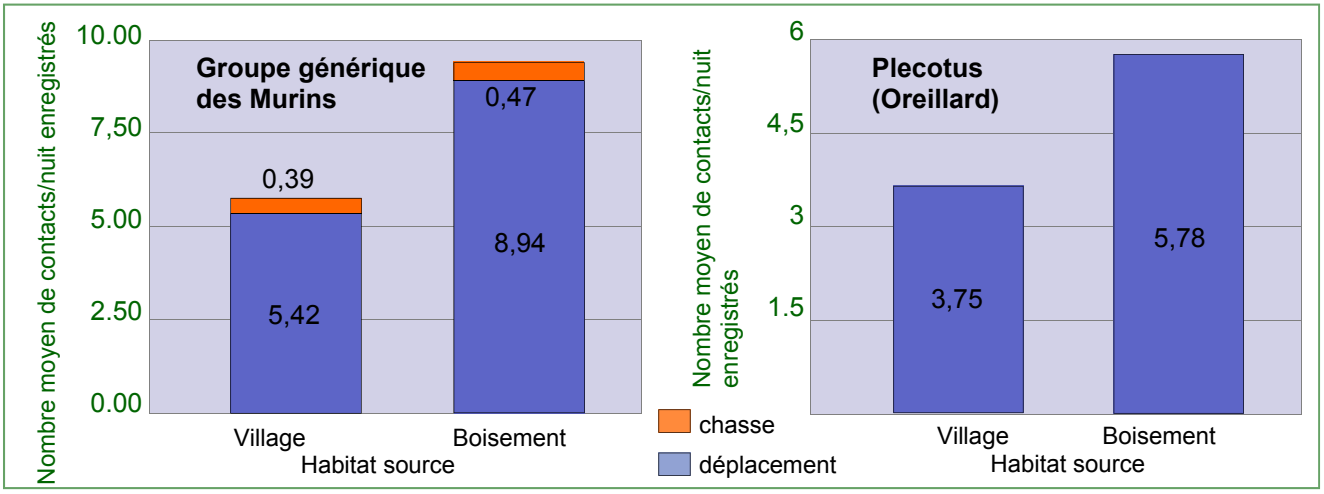


Figure 2 : Taux d'activité moyen par nuit en fonction de l'Habitat source (soit Village, soit Boisement) pour les différentes espèces étudiées. Les activités sont aussi différenciées, l'activité de déplacement en bleu et l'activité de chasse en orange.

Le tableau 1 nous indique des différences significatives concernant l'influence de l'Habitat source sur l'activité de déplacement pour les Murins et les Oreillards. Notons que le nombre de données concernant la Barbastelle d'Europe n'est pas suffisant pour être interprété statistiquement.

La figure 2 nous indique un taux d'activité moyen significativement supérieur dû à la modalité Boisement pour ces espèces et cette activité.

L'influence de la Zone de gagnage

La Figure 3 présente les taux d'activité moyens enregistrés par nuit en fonction du facteur zone de gagnage, par espèce ou groupe d'espèces et par activité. Le taux d'activité moyen correspondant a été inscrit à l'intérieur des histogrammes.

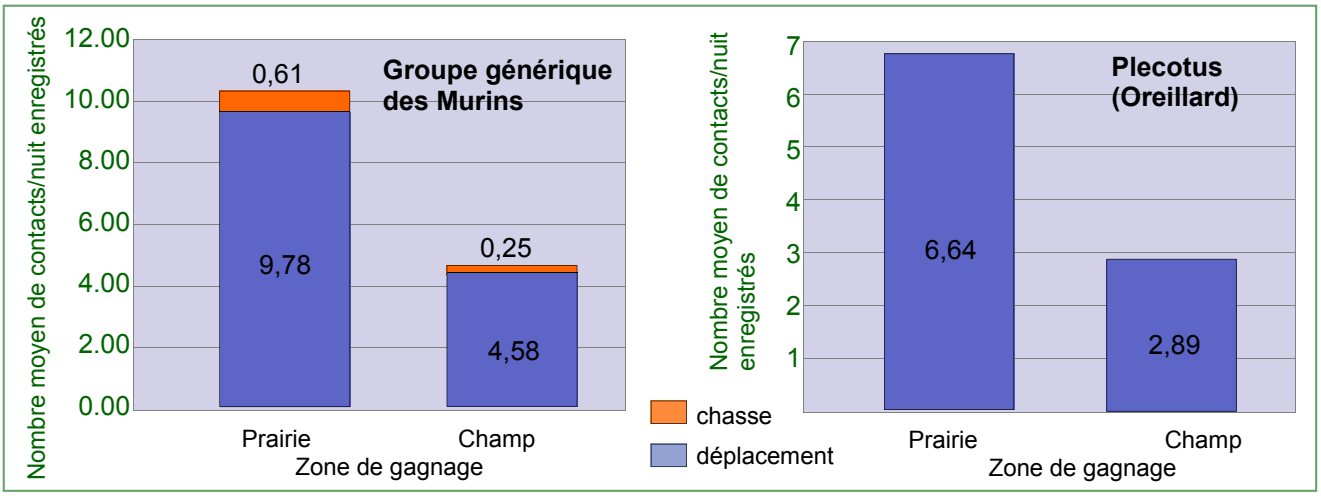


Figure 3 : Nombre moyen de contacts par nuit en fonction de la Zone de gagnage (soit Prairie soit Champ) pour les différentes espèces étudiées. Les activités sont aussi différenciées, l'activité de déplacement en bleu et l'activité de chasse en orange.

Le tableau 1 nous indique des différences significatives concernant l'influence de la Zone de gagnage sur les activités de déplacement des Murins et des Oreillards. Notons que le nombre de données concernant la Barbastelle d'Europe n'est pas suffisant pour être interprété statistiquement.

La figure 3 nous indique que les taux d'activité de déplacement moyens sont significativement supérieurs dû à la modalité Prairie pour les Murins et les Oreillards.

Interaction entres les facteurs

Le test de Scheirer Ray Hare (Tableau 1) indique une différence (à 8% de risque de se tromper) concernant l'interaction de la Typologie et de l'Habitat source sur l'activité de déplacement et une différence significative sur l'activité de chasse des Murins.

Le taux d'activité de déplacement sur une haie multi-strates est bien plus élevé en sortie de boisement que celui d'une haie arbustive. Cependant en sortie de village, les haies arbustives ont eu des taux d'activité de déplacement supérieurs à celles multi-strates.

L'activité de chasse relevée est encore une fois beaucoup plus élevée sur les haies multi-strates en sortie de boisement que sur celles à typologie arbustive. En sortie de village, l'activité de chasse reste supérieure sur les haies multi-strates que sur celles arbustives, cependant cette modalité de facteur a tendance à faire baisser la chasse des haies multi-strates et augmenter celle des haies arbustives, comparé au taux de chasse de la modalité Boisement.

Discussion et conclusion

La typologie des haies hautes multi strates a un effet plus favorable que celle des haies basses seulement arbustives sur l'activité de chasse de certaines espèces telles que la Pipistrelle commune et le groupe des Murins. Il semblerait que les haies bien structurées bénéficiant de toutes les strates attirent plus d'insectes que les haies seulement arbustives. Cette différence de disponibilité en insectes s'explique par le fait que les haies multi strates sont plus diverses et plus hétérogènes que les haies arbustives et que cela crée une plus grande diversité et quantité de nourriture (plus d'insectes et plus de prédateurs), de micro-habitats, de conditions microclimatiques (lumière, température, vent).

Par conséquent, la richesse des insectes, ressources alimentaires des chauves-souris, est plus forte dans les haies multi strates, ce qui explique les différences significatives dans les taux d'activité de chasse observés, accrues dans les haies de typologie multi strates. Au sein de cette typologie de haie haute multi strates, nous avons aussi observé significativement plus de contacts de déplacement pour ces espèces. Il semble donc qu'elles préfèrent se déplacer à l'aide de structures végétalisées bien structurées, stratifiées et diversifiées.

Les espèces du groupe générique des Murins ont été significativement plus contactées en déplacement sur des haies partant de boisements et arrivant dans des prairies.

Aussi, l'interaction des modalités de facteurs haie multi strates et boisement semble créer des haies à très forte activité de chasse et de déplacement des Murins. En effet, de nombreuses espèces de Murins sont décrites comme appréciant la proximité avec des milieux boisés. Plusieurs peuvent chasser à la fois en boisement ou au dessus des prairies. Nos résultats concernant les activités de déplacements et de chasse privilégiées près des haies à proximité de boisements et de prairies sont donc en accord avec l'état des connaissances actuelles sur l'écologie de ces espèces de Murins.

Préconisation de gestion

Les différentes espèces de chauves-souris exploitent donc une variété et une complémentarité de milieux tels que des zones bâties et des boisements d'où partent les haies, ou encore des prairies que gagnaient les haies échantillonnées. Il est important de relier ces différents milieux pour le déplacement journalier des espèces, de leur gîte d'été jusqu'à leur territoire de chasse. De plus, au cours de leur cycle de vie, ces espèces se déplacent entre leur gîte d'été, leur gîte de reproduction et leur gîte d'hiver.

En outre, les vastes espaces de monoculture sont reconnus comme plutôt défavorables à de nombreuses espèces de chauves-souris. Ces champs cultivés modifient le déplacement optimal des Chiroptères les plus sensibles et fragmentent le paysage en isolant des patchs de milieux exploités par les chauves-souris tels que les zones bâties, les boisements ou les prairies.

Dans ce contexte, les haies ont donc un rôle dans la conservation des espèces de chauves-souris les plus sensibles en connectant des milieux et en facilitant le déplacement journalier et au cours de leur cycle de vie des individus entre ces milieux au sein d'une matrice paysagère à priori peu perméable et défavorable à certaines espèces de chauves-souris.

Dans une méta-analyse sur l'efficacité des corridors, GILBERT-NORTON *et al.* (2010) ont en effet constaté que les corridors augmentent majoritairement le mouvement des espèces dans des paysages fragmentés et que les efforts consacrés à l'entretien et à la création de corridors en valent la peine. Ils ont aussi constaté que ces corridors étaient susceptibles de fonctionner pour d'autres taxons tels que d'autres vertébrés terrestres, des invertébrés et des plantes et donc transférables à la biodiversité en général, sensible à la perte de connectivité.

Tout cela suggère l'importance du maintien des haies déjà existantes avec une gestion adaptée ainsi que la création de nouvelles haies fonctionnelles judicieusement placées dans la matrice paysagère afin d'améliorer la connectivité des habitats.

Par exemple en augmentant les réseaux de haies proches d'un village dans lequel des colonies sont installées et qui serait entouré de champs avec peu de possibilité pour les individus de rejoindre des prairies ou des boisements.

Le maintien et la création d'un réseau de haies dans le but d'améliorer la perméabilité de la matrice paysagère doit se faire en connectant les haies, c'est à dire en rapprochant les haies à des distances de trouées relativement faibles.

En effet, PINAUD D. *et al.* (2018) se sont intéressés aux distances de trouées entre deux haies empêchant le passage d'individus de Grands Rhinolophes et ils recommandent une distance de trouée inférieure à 38 mètres (grand maximum de 50 mètres).

Ces haies auront une efficacité accrue si elles sont multi strates et diverses. En effet, la diversité des espèces végétales permet d'étaler dans le temps la fructification et la floraison des arbres et arbustes et d'étaler dans le temps la disponibilité et l'abondance des insectes dans la haie pour les chauves-souris. Elles doivent aussi être composées d'essences locales car ces plantes sont bien adaptées aux conditions locales (édaphiques, climatiques, etc.) et ont coévolué avec les insectes locaux.

En outre BIANCHIET et al. (2006) concluent entre autres que les haies installées en milieu agricole sont essentielles pour un large éventail d'ennemis naturels des ravageurs et qu'elles peuvent accroître l'abondance et la diversité de ces ennemis naturels.

Les paysages diversifiés offrent donc de meilleures fonctions de lutte biologique sur un territoire agricole. Ces haies sont aussi une réserve de pollinisateurs et peuvent potentiellement offrir un autre service écosystémique sur un territoire agricole. Le maintien et la création de nouvelles haies seraient donc bénéfiques à la biodiversité en général et en particulier aux Chiroptères mais aussi aux agriculteurs.

Enfin, outre le rôle de déplacement des haies, la réhabilitation de nouvelles haies multi strates, diverses et à essences locales devrait potentiellement augmenter le nombre de nouveaux terrains de chasse disponibles pour les chauves-souris.

Bibliographie

ARTHUR L., LEMAIRE M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

AZAM C., LE VIOL I., BAS Y., MARMET J., JULIEN J. F., PAUWELS J., & KERBIRIOU C. (2018). Effectivité de la Trame verte et bleue au regard de la Trame noire: comment limiter l'impact de l'éclairage artificiel nocturne sur les Chauves-souris.

BARATAUD M. (2012). Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse.

Ed. Biotope, MÈZE ; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.

BAUDOUIN A. (2013). Analyse statistique de la démographie de quatre espèces de chauves-souris : le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*, le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*, le Grand murin *Myotis myotis* et le Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*, sur 13 années de comptage en Bretagne, et de son lien avec des facteurs environnementaux.

BIANCHI F. J., BOOIJ C. J. H., & TSCHARNTKE T., (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 273(1595) : p.1715-1727.

BOREAU DE ROINCÉ C. (2012). Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers : implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs. Thèse de l'Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech), spécialité agroécologie, 189 p.

Clicnat http://www.clicnat.fr

Council of the European Union (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora.

DESBAS J-B., (2011). Mise en évidence des terrains de chasse potentiels du Grand Rhinolophe. Réalisation d'un modèle et confrontation aux données 2010.

DIETZ C., KIEFER A. (2015). Les chauves-souris d'Europe, connaître, identifier, protéger (éditions Delachaux, Niestlé).

DUFRENNE L. (2009). Influence de l'habitat sur l'abondance des Chiroptères communs en activité de chasse. Rapport de stage M1 EBE. Muséum National d'Histoire Naturelle. 41 p.

ENTWISTLE A. C., RACEY P. A., & SPEAKMAN J. R. (1996). Habitat exploitation by a gleaning bat, *Plecotus auritus*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 351(1342), 921-931.

FUENTES-MONTEMAYOR E., GOULSON D., CAVIN L., WALLACE J. M., & PARK K. J. (2013). Fragmented woodlands in agricultural landscapes: The influence of woodland character and landscape context on bats and their insect prey. Agriculture, ecosystems & environment, 172, 6-15.

GILBERT-NORTON L., WILSON R., STEVENS J. R., & BEARD K. H. (2010). A meta-analytic review of corridor effectiveness. Conservation biology, 24(3), 660-668.

Ministère de l'écologie et du développement durable (2007). « Décrets, arrêtés, circulaires, textes généraux. » Journal Officiel de la République française.

Picardie Nature (Coord.) (2016 a). Listes rouges régionales de la faune menacée de Picardie. Chiroptères.

Picardie Nature (Coord.) (2016 b). Indices de raretés régionales de la faune en Picardie. Chiroptères.

Picardie Nature (2019). Rapport d'activités 2018 de l'association Picardie Nature.

PINAUD D., CLAIREAU F., LEUCHTMANN M. & KERBIRIOU C. (2018). Comment modéliser les connectivités écologiques pour les chauves-souris ? Une étude à application directe sur le terrain, pour identifier, protéger ou restaurer les corridors autour des colonies. Plume de Naturalistes 2 : 125-130.

SCANLON A. T., & PETIT S. (2008). Biomass and biodiversity of nocturnal aerial insects in an Adelaide City park and implications for bats (Microchiroptera). Urban Ecosystems, 11(1), 91-106.

SILVA R. (2009). Effet des conditions météorologiques sur l'activité de chasse des Chiroptères. Rapport de stage M1 EBE. 36p.

STOETZEL A. (2015). Etude des Chiroptères de la Réserve naturelle nationale de Chalmessin. Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne. 23 p.

Aurélien BATAILLE
aurelien.bataille@hotmail.fr