

O-GEO

La Cribotière
44 521 COUFFE
06 33 07 64 48
contact@o-geo.net
www.o-geo.net

Aménagement quartier Chantenay – Ligne SNCF Nantes (44)

Analyse de l'activité des Chiroptères

Décembre 2024



CADRE ADMINISTRATIF

Projet Projet d'aménagement – Nantes (44) - Analyse de l'activité des Chiroptères

Commune Nantes

Département LOIRE-ATLANTIQUE (44)

Maître d'ouvrage Non communiqué

Maître d'œuvre Artélia
Artélia – 2 Impasse Claude Nourago - 44800 SAINT-HERBLAIN

Référent Jérémy JUDIC

Sujet du rapport Analyse de l'activité des Chiroptères :
- Peuplement
- Indice d'activité
- Enjeux réglementaires et conservatoires

Période d'étude Mai à septembre 2024

Réalisation de l'état initial *O-GEO*

Philippe PROUX (développement technologique, accompagnement technique, et gestion des flux de données)

Dorine BODIN (analyse de séquences, cartographie et rédaction)

Laurent GOURET (encadrement, développement des programmes d'analyse)

Date du rendu 09/12/2024

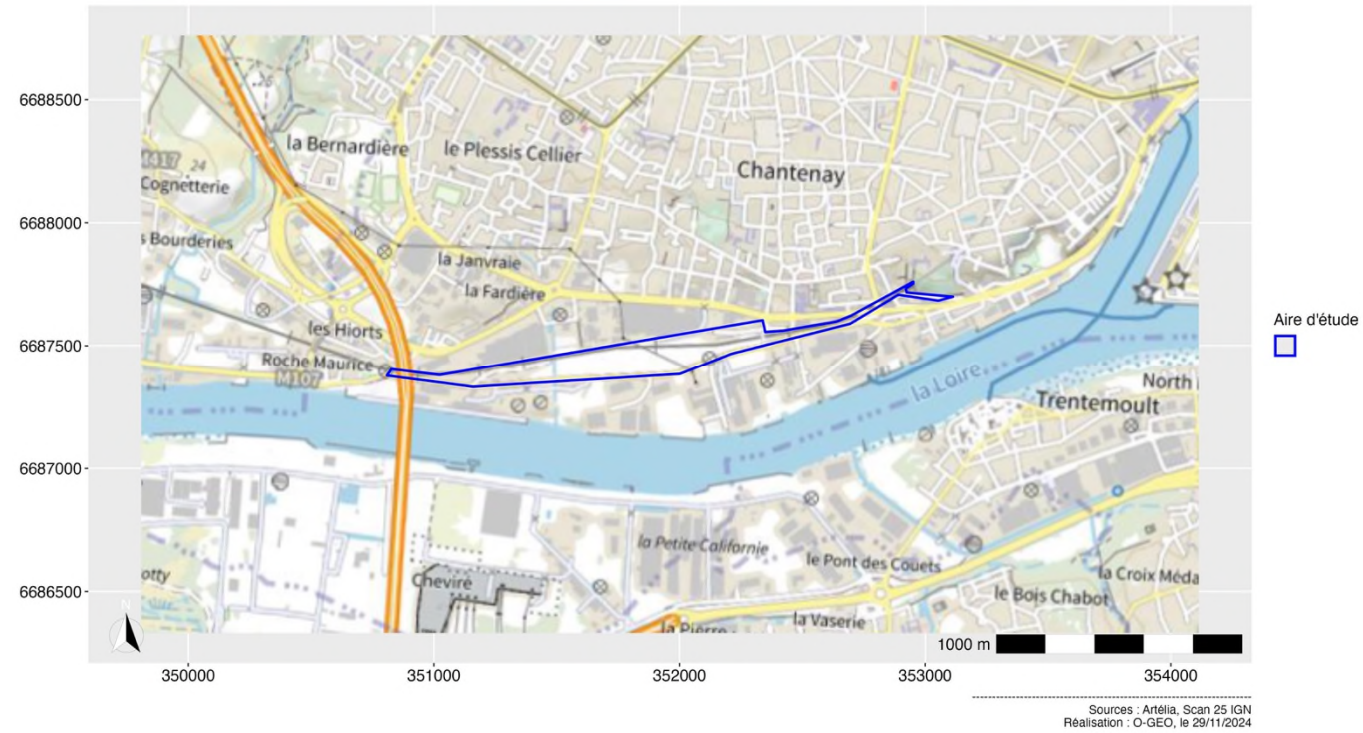
Partie 1 - INTRODUCTION	4
I - LOCALISATION DE L'AIRE D'ÉTUDE	4
II - MISSION	4
Partie 2 - ÉTAT INITIAL	5
I - MÉTHODOLOGIE	5
A - Aire d'étude	5
B - Session, point d'écoute et durée de l'écoute	6
1 - Session	6
2 - Point d'écoute	6
3 - Durée cumulée de l'écoute de l'activité des Chiroptères	6
4 - Conditions météorologiques	6
Matériel de détection, d'enregistrement et d'analyse	7
5 - Matériel de détection et d'enregistrement	7
6 - Logiciel d'identification des espèces sur séquences	7
7 - Logiciel de traitement des séquences	7
C - Détermination des taxons	7
D - Traitement des données	7
1 - De l'enregistrement à la séquence puis au contact	7
2 - Par espèce ou groupe d'espèces	7
a - Analyse par espèces	7
b - Analyse par taxon ou groupe d'espèces	7
3 - Unité de mesure adaptée à deux niveaux d'analyse	7
a - Mesure à l'heure	7
b - Mesure à la session (ou la nuit)	8
E - Analyse de l'activité	8
1 - Liste des espèces inventoriées et contacts par espèce	8
2 - Analyse de la distribution de la diversité et de l'activité des Chiroptères	8
a - Analyse de la distribution de la diversité et de l'activité des Chiroptères	8
i - La diversité par point et par habitat	8
ii - La densité par point et par habitat	8
b - Évaluation des niveaux de fréquentation des Chiroptères	8
i - Le niveau d'activité spécifique et son référentiel	8
c - Les émergences crépusculaires et les retours au gîte	9
d - Le niveau de couverture spécifique	9
i - Le niveau de fréquentation	9
F - L'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique	10
1 - Les niveaux des statuts réglementaires et conservatoires	10
2 - Les niveaux d'enjeux réglementaires et conservatoires	10
II - RÉSULTATS	11
A - Liste des espèces inventoriées	11
B - Diversité et densité	12
1 - Diversité	12
a - Par point	12
b - Par habitat	12
2 - Densité toutes espèces confondues	13
a - Par point	13
b - Par habitat	13
3 - Densité par espèce par habitat	14
D - Niveau de fréquentation des Chiroptères	20
1 - Niveau d'activité	20
2 - Niveau de couverture	21
E - Émergences crépusculaires	22
i - Données enregistrées	22
ii - La Pipistrelle commune	22
iii - La Pipistrelle de Kuhl	22
F - Synthèse des niveaux de fréquentation	23
G - Les enjeux chiroptérologiques	24
1 - Les statuts de protection et de conservation	24
2 - Les niveaux d'enjeux chiroptérologiques	24
Partie 3 - CONCLUSION	25
I - Les enjeux chiroptérologiques	25
II - Les effets et impacts bruts	25

A - En phase travaux	25
1.1.1.1. Effets directs	25
1.1.1.2. Effets indirects	25
B - En phase fonctionnement	25
1.1.1.3. Effets directs	25
1.1.1.4. Effets indirects	26
III - Préconisations d'évitement et impacts résiduels	26
A - En phase travaux	26
B - En phase fonctionnement	26
IV - Préconisations de réduction et impacts résiduels	26
A - En phase travaux	26
B - En phase fonctionnement	26
TABLE DES ILLUSTRATIONS	27
INDEX DES TABLEAUX	27
INDEX DES GRAPHIQUES	27
INDEX DES CARTES	27
INDEX DES PHOTOGRAPHIES	27
ANNEXE I – Référentiel O-GEO	28
I - Nécessite, constitution d'un référentiel	28
A - Équipements	28
1 - Objet du référentiel	28
B - Méthodologie du référentiel	28
II - LES RÉFÉRENTIELS	29
A - Densité spécifique	29
B - Diversité par nuit	30
C - Diversité par heure	31
ANNEXE II – Histogrammes d'activité nocturne	32

Partie 1 - INTRODUCTION

I - LOCALISATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

L'aire d'étude se situe sur la commune de Nantes, dans le département de la Loire-Atlantique (44, Carte 1). Elle occupe une partie de la ligne SNCF, à l'est de la N844, au sud du quartier Chantenay et au nord de la Loire.



Carte 1 : localisation de l'aire d'étude

II - MISSION

Le bureau d'études O-GEO est missionné pour analyser des séquences issues d'une campagne d'enregistrement des émissions de Chiroptères. Cette analyse permet :

- De définir le peuplement présent durant la ou les périodes concernées ;
- D'évaluer le niveau fréquentation des espèces de Chiroptères ;
- D'évaluer les niveaux d'enjeux réglementaires et conservatoires.

Partie 2 - ÉTAT INITIAL

I - MÉTHODOLOGIE

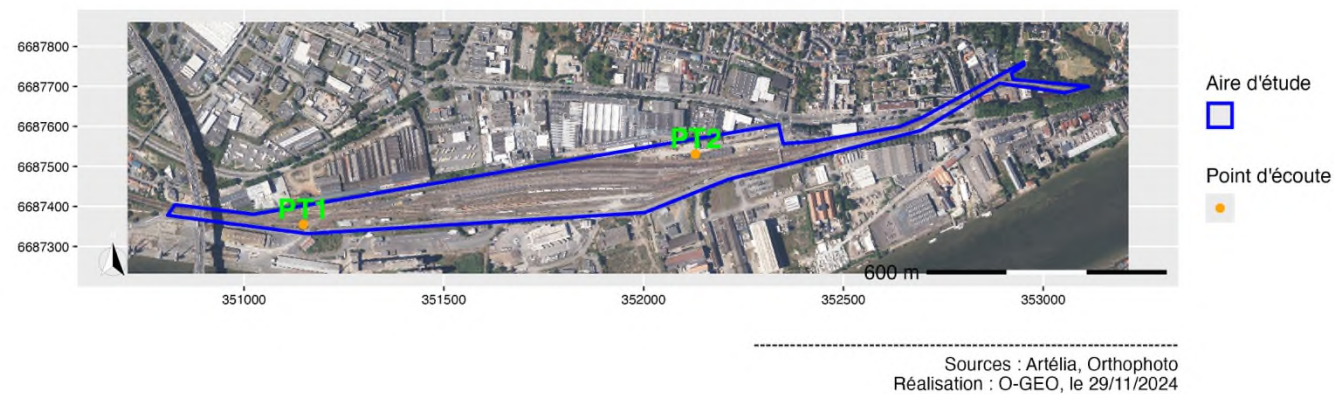
A - Aire d'étude

L'aire d'étude occupe principalement une partie de la ligne SNCF (Carte 2).

Quelques arbres isolés sont présents en périphérie de l'aire d'étude. Plusieurs bâtiments sont également inclus au sein de celle-ci, notamment à l'ouest et au nord-est. L'aire d'étude devient bifide à l'extrémité est et se termine par un chemin bordé de haies.

A une échelle plus élargie, le paysage est anthropique avec la présence de la ville de Nantes. La Loire s'écoule également à 200 m au sud de l'aire d'étude.

Les haies et arbres isolés situés au sein et à proximité de l'aire d'étude sont des habitats potentiellement attractifs pour les Chiroptères, tant pour leur alimentation et leurs déplacements que pour leur repos et leur mise-bas si des cavités sont présentes. La Loire forme la trame bleue également potentiellement utilisée par les Chiroptères pour se nourrir et se déplacer. Les bâtiments au sein et à proximité de l'aire d'étude peuvent être occupés par les Chiroptères durant leur période de repos ou de mise-bas et d'élevage des jeunes.



Carte 2 : localisation des points d'écoute et de l'aire d'étude sur vue aérienne

B - Session, point d'écoute et durée de l'écoute

1 - Session

L'étude s'appuie sur 3 sessions effectuées à l'initiative du bureau d'étude Artélia :

- En période estivale (mise-bas et élevage des jeunes) :
 - o 23/05/2024 ;
 - o 11/06/2024 ;
- En période automnale (transit entre les gîtes d'été et les gîtes d'hiver) :
 - o 26/09/2024.

Les relevés permettent éventuellement de distinguer la présence d'un gîte en période de mise-bas et de transit automnal à proximité du point d'écoute.

2 - Point d'écoute

La méthode du point d'écoute consiste à mesurer l'activité à proximité d'un habitat soit considéré comme attractif (lisière de boisement, de haie arborée, d'étang ou de cours d'eau), soit pour lequel l'attractivité des Chiroptères doit être évaluée.

L'activité est mesurée grâce à un détecteur-enregistreur d'ultrason fonctionnant en mode automatique.

L'appareil est placé sur 2 points (Carte 2)

- Sur un arbre isolé :
 - o Point 1, à l'ouest de l'aire d'étude, sur un arbre isolé donnant sur la ligne SNCF (Photo. 1) ;
- En milieu ouvert devant bâtiment :
 - o Point 2, à l'est de l'aire d'étude, devant un bâtiment (Photo. 2).

Le bureau d'études Artélia s'est chargé de la pose des appareils.

Ces points permettent donc de contrôler la fréquentation des Chiroptères au sein de l'aire d'étude.



Photo. 1 : environnement immédiat au point 1 (Artélia, 23/05/2024)



Photo. 2 : environnement immédiat au point 2 (Artélia, 23/05/2024)

3 - Durée cumulée de l'écoute de l'activité des Chiroptères

L'appareil est installé pour une mise en marche avant le coucher du soleil et un arrêt après son lever. Ainsi, la période de fonctionnement de l'appareil englobe la phase nocturne.

Au total, l'étude s'appuie sur près de 58 heures d'écoutes, réparties sur 2 points et 3 sessions (Tableau 1).

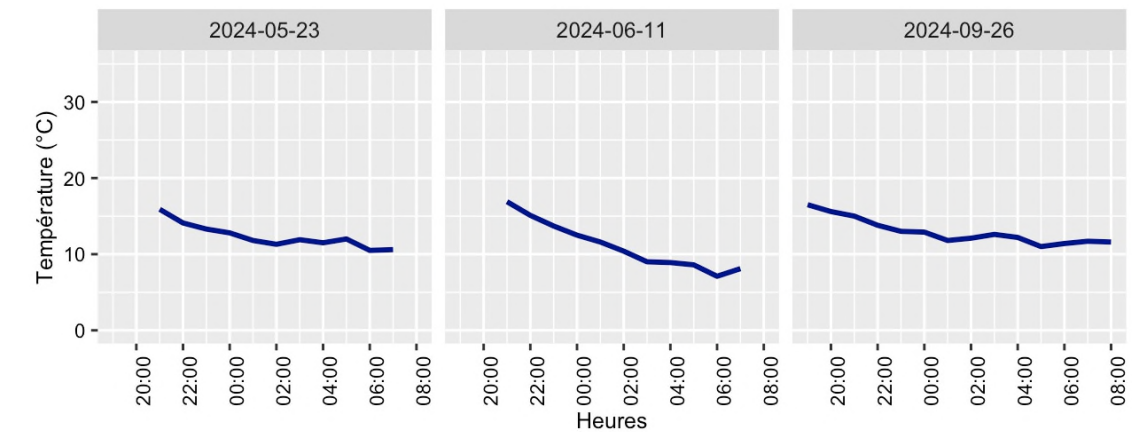
Date	Point	Détecteur		Soleil		Durée du fonctionnement*	Durée de la nuit*	Durée de l'écoute nocturne*
		Début	Fin	Coucher	Lever			
2024-05-23	pt1	10:23:00	09:07:00	21:42:00	06:19:00	22.73	8.62	8.62
2024-05-23	pt2	09:03:00	09:02:00	21:42:00	06:19:00	23.98	8.62	8.62
2024-06-11	pt1	11:44:00	09:46:00	21:58:00	06:09:00	22.03	8.18	8.18
2024-06-11	pt2	11:52:00	09:32:00	21:58:00	06:09:00	21.67	8.18	8.18
2024-09-26	pt1	17:24:00	10:14:00	19:53:00	07:59:00	16.83	12.10	12.10
2024-09-26	pt2	17:13:00	10:04:00	19:53:00	07:59:00	16.85	12.10	12.10
Total						124.09	57.80	57.80

*Heures décimales

Tableau 1 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne

4 - Conditions météorologiques

Les conditions de températures restées au-dessus des 10 °C, l'absence de vent fort et de précipitations ont été favorables à l'activité des Chiroptères durant les sessions de mai et de septembre (Graph. 1, Tableau 2). En juin les températures sont descendues sous les 10 °C en milieu de nuit, ce qui a pu diminuer l'activité des Chiroptères.



Graph. 1 : évolution de la température au cours des sessions

Session	Température moyenne	Température max.	Température min.
2024-05-23	12.34	15.9	10.5
2024-06-11	11.08	16.9	7.1
2024-09-26	12.94	16.5	11.0

Tableau 2 : valeurs moyennes, maximales et minimales enregistrées durant les sessions

Matériel de détection, d'enregistrement et d'analyse

5 - Matériel de détection et d'enregistrement

Le modèle Mini-Batcorder, issu de la technologie Allemande Wildcare, est utilisé. À chaque détection d'émission ultrasonore, et en fonction de seuils paramétrés, l'appareil génère un fichier horodaté. En fin de nuit, un fichier liste l'ensemble des séquences enregistrées, les heures de démarrage et d'arrêt de l'appareil et les seuils de paramétrage.

6 - Logiciel d'identification des espèces sur séquences

Le logiciel batIdent permet d'attribuer une, deux, trois espèces ou groupes d'espèces pour chaque séquence. Un taux de probabilité d'identification automatique est apporté à chaque détermination. Le logiciel BcAnalyze3 propose oscillogramme, spectrogramme, spectre d'énergie et écoute en expansion de temps.

7 - Logiciel de traitement des séquences

Ce logiciel permet de gérer l'ensemble des séquences, et de préciser les conditions d'enregistrement de chaque session. Ce logiciel assure le traitement des séquences une fois l'identification automatique effectuée. Le contrôle est facilité par une prévisualisation des signaux. Dans le cas où une séquence demande à être analysée précisément, l'interface ouvre le programme BcAnalyze3 de manière à étudier le signal plus finement. Le nom attribué automatiquement à une séquence peut être rapidement précisé voire corrigé à partir d'une liste prédéfinie, elle-même modifiable. Les données sont exportables pour développer l'analyse sur des tableurs.

C - Détermination des taxons

La détermination des taxons s'appuie sur l'analyse acoustique des séquences.

Nous suivons l'ordre de la procédure décrite ci-dessous :

- 1 : lancement de l'identification automatique (par le logiciel BatIdent)
- 2 : prévisualisation des signaux pour contrôler l'ensemble des séquences et valider l'identification à fort taux de probabilité (essentiellement pour la Pipistrelle commune, la Barbastelle, le Grand Rhinolophe, les Noctules en transit, etc.)
- 3 : en cas de doute ou de non détection d'une autre espèce, la séquence est analysée sur BcAnalyze3, voire écoutée pour identifier avec certitude le taxon ou le groupe taxinomique :
 - o En cas d'identification automatique de certaines espèces comme les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, le Vesper de Savi, les Noctules et Sérotine en chasse, les Oreillards et l'ensemble des murins, la séquence est aussi analysée ;
 - o Pour ces analyses complémentaires nous suivons la méthode d'identification développée par Michel Barataud (BARATAUD M., 2012)¹ ;
- 4 : validation et/ou correction du nom du taxon ou du groupe correspondant à la séquence analysée.

Nous rappelons que la détermination des espèces à partir de l'analyse d'une séquence souffre de certaines limites.

Dans le meilleur des cas, nous attribuerons avec certitude le nom d'une espèce à une séquence. Dans d'autres cas, un doute subsiste et donc notre niveau de certitude passe au probable voire au possible.

Cela se produit quand les animaux évoluent dans un milieu qui implique d'utiliser un type de signal adapté, on parle alors de convergence de comportement acoustique des Chauves-souris. Nous restons aussi au niveau du groupe taxinomique quand elles utilisent des signaux similaires mais dans un environnement différent. Dans ce dernier cas, les milieux sont trop proches les uns des autres à l'échelle du point d'écoute. L'enregistrement « *passif* » ne permet pas de savoir si l'espèce s'aventure dans l'un ou l'autre des milieux quand ces signaux sont enregistrés. Ne pouvant associer le type de signal avec le type de milieu, nous ne pouvons aboutir à une identification précise de l'espèce.

D - Traitement des données

1 - De l'enregistrement à la séquence puis au contact

Chaque enregistrement est analysé pour aboutir à la détermination d'une ou de plusieurs espèces. Dans certains cas, un enregistrement est généré par le passage de plusieurs espèces (exemple : si un fichier enregistre 3 espèces, il apporte 3 séquences). Par conséquent, un enregistrement peut générer une à plusieurs séquences.

Un même passage de Chauves-souris peut générer plusieurs séquences mais sur une période très courte ; de quelques secondes. Pour éviter ce biais qui peut induire un niveau supérieur d'activité, nous considérons qu'un contact est le fait d'un passage d'une chauve-souris durant une période de 5 secondes. Ainsi une séquence d'une durée supérieure à 5 secondes peut générer plusieurs contacts. À l'inverse, plusieurs séquences peuvent générer un seul contact si le cumul de celles-ci ne dépasse les 5 secondes.

2 - Par espèce ou groupe d'espèces

a - Analyse par espèces

Pour certains taxons comme la Pipistrelle commune, la Barbastelle d'Europe ou le Grand Rhinolophe, l'identification est en général aisée ce qui permet d'attribuer un indice d'activité spécifique.

Pour les autres espèces, le niveau de certitude quant à la distinction d'une espèce, parmi un ensemble de plusieurs autres espèces de Chauves-souris, peut être soit certain, soit probable, soit possible. Dans d'autres, la discrimination est impossible. Ainsi, même si des séquences permettent de distinguer une espèce, d'autres ne permettent pas de la dissocier d'un ou plusieurs autres taxons. Par conséquent, considérer les séquences aboutissant à une distinction spécifique en occultant celles qui ne le permettent pas revient à sous-estimer un indice d'activité.

Dès lors, il devient plus judicieux de réaliser des analyses par groupes taxinomiques.

b - Analyse par taxon ou groupe d'espèces

Si la distinction entre plusieurs taxons est délicate voire impossible, il n'en demeure pas moins que nous devons intégrer cette activité.

Pour cela, nous utilisons un indice d'activité regroupant un ensemble d'espèces ou de groupes d'espèces dont les caractéristiques acoustiques sont similaires. Ces groupes comportent alors chacun un ensemble de genre spécifique :

- Les Pipistrelloïdes : toutes les espèces de Pipistrelles et le Minoptère de Schreibers ;
- Les Nyctaloïdes : les Sérotines et les Noctules ;
- Les Murins : toutes les espèces de Murin ;
- La Barbastelle : la Barbastelle d'Europe ;
- Les Oreillards : l'Oreillard roux et l'Oreillard gris ;
- Les Rhinolophes : toutes les espèces de Rhinolophe.

Pour faciliter l'analyse des niveaux d'activités, nous regroupons dans certains cas les Murins, la Barbastelle, les Oreillards et les Rhinolophes.

3 - Unité de mesure adaptée à deux niveaux d'analyse

a - Mesure à l'heure

La mesure à l'heure correspond au nombre de contacts cumulés par heure pour chaque espèce, sur chaque point et à chaque session.

Ainsi un échantillon est constitué par différentes mesures à l'heure durant une nuit et sur un point donné.

¹ BARATAUD, 2012. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse

Chaque échantillon est renseigné par :

- L'absence ou la présence d'une ou plusieurs espèces de Chiroptères ;
- Le nombre de contacts ;
- La période de la nuit (en classe d'heure) ;
- Le point ;
- La session ;
- L'habitat, etc.

Cette unité horaire permet de disposer d'un nombre d'échantillons suffisamment important pour se permettre de tester des tendances dans les analyses comparatives. Ce n'est pas le cas avec un échantillonnage au nombre de nuits et au nombre de points d'écoute.

L'échantillonnage commence 45 minutes après le coucher du soleil et s'arrête 45 minutes avant son lever. Il permet de laisser les espèces à émergence tardive d'accéder à leur zone de chasse et de limiter un biais qui favoriserait les espèces plus précoces. Ce choix méthodologique implique parfois l'absence de données, dans les échantillons horaires, pour des espèces contactées seulement avant ou après cette période. En cas de production de carte spécifique, l'activité moyenne est alors précisée par 0 c/h (contacts/heure).

Cet échantillonnage est utilisé dans l'analyse de la densité et de la diversité par point et par habitat, ainsi que de la densité par espèce et du taux de couverture par espèce.

b - Mesure à la session (ou la nuit)

La mesure à la nuit correspond au nombre de contacts cumulés sur l'ensemble d'une nuit écoulée, entre le coucher et le lever du soleil sur chaque point d'écoute.

Ce nombre de contacts par nuit est utilisé pour comparer l'activité moyenne de chaque espèce à l'échelle de l'aire d'étude avec les données issues d'un référentiel d'activité nocturne.

E - Analyse de l'activité

1 - Liste des espèces inventoriées et contacts par espèce

Dans un premier temps l'analyse de l'activité des Chiroptères décrit le peuplement inventorié à travers :

- Une liste d'espèces, ou de groupes d'espèces quand la diagnose n'a pas permis d'associer une séquence à une seule espèce ;
- Un tableau de synthèse des nombres de contacts enregistrés par espèce sur chaque point d'écoute ou durant chaque session si le nombre de points d'écoute est limité.

La certitude dans l'attribution à l'ensemble des séquences-espèces le nom de l'espèce associée ou le taxon peut être commentée.

Un graphique de visualisation du nombre de contacts par espèces vient compléter cette liste commentée.

2 - Analyse de la distribution de la diversité et de l'activité des Chiroptères

a - Analyse de la distribution de la diversité et de l'activité des Chiroptères

i - La diversité par point et par habitat

Dans chaque échantillon d'une heure, l'absence ou la présence d'une ou plusieurs espèces est comptabilisée.

Un nombre moyen d'espèces présentes par heure par point ou par habitat est ainsi obtenu.

La distribution des valeurs est analysée pour distinguer statistiquement des similitudes ou des différences entre ces valeurs d'indice de diversité.

Les différences significatives permettent de mettre en valeur l'attractivité des points ou des habitats au regard de la diversité.

Cette analyse s'appuie sur un graphique dit « boxplot » qui permet de visualiser les quartiles et la distribution des données.

ii - La densité par point et par habitat

Dans chaque échantillon d'une heure, le nombre de contacts toutes espèces confondues, est cumulé.

La valeur retenue est la moyenne du nombre de contacts par heure pour chaque point d'écoute ou chaque habitat.

La distribution des valeurs est analysée pour distinguer statistiquement des similitudes ou des différences entre ces valeurs moyennes d'indice de densité horaire.

Les différences significatives permettent de mettre en valeur l'attractivité des points ou des habitats au regard de la densité d'activité.

Cette analyse est déclinée pour chaque espèce.

Cette analyse s'appuie sur des graphiques dits « boxplot » qui permettent de visualiser les quartiles et la distribution des données.

b - Évaluation des niveaux de fréquentation des Chiroptères

i - Le niveau d'activité spécifique et son référentiel

° Échelle de mesure et niveau d'activité

Afin de pouvoir utiliser des référentiels nationaux d'activité, celle-ci est mesurée en nombre de contacts par nuit (c/n).

À l'échelle d'une étude d'impact, cette échelle de mesure limite les comparaisons statistiques entre différents points ou différents habitats.

C'est pourquoi, si l'échelle horaire est retenue précédemment, elle n'est pas utilisée à pour définir le niveau d'activité.

° Référentiel du niveau d'activité

Objectif :

Un référentiel d'activité est issu de la compilation d'une multitude de données générées à travers un protocole standardisé.

Le protocole standardisé est le point d'écoute au sol sur nuit complète.

En fonction des équipements utilisés, le bureau d'études O-GEO utilise deux référentiels :

- Le référentiel O-GEO pour des équipements issus de la technologie ecoObs (Batcorder, Mini-batcorder) ;

- Le référentiel du MNHN pour tout autres équipements (SM2, SM3, SM4, MiniSM de la technologie américaine Wildlife Acoustic, Batlogger S2 de la technologie allemande Elekon).

Ce document sert de référence pour positionner le niveau d'activité enregistré par nuit sur une aire d'étude par rapport aux différents niveaux d'activités distingués dans la compilation.

Référentiel O-GEO :

Le référentiel O-GEO est décrit en Annexe I (28).

c - Les émergences crépusculaires et les retours au gîte

Est entendue par émergence crépusculaire, l'activité enregistrée très tôt en début de nuit. Ce sujet associe aussi l'activité enregistrée en phase de retour au gîte. L'activité des Chiroptères est alors étudiée en phase crépusculaire entre 15 minutes avant et une heure après le coucher du soleil. En phase de retour au gîte, elle est analysée entre une heure avant et 15 minutes après le lever du soleil.

Les horaires des émergences et ceux des retours au gîtes varient d'une espèce à une autre. Ces heures de sortie de gîte sont soit déterminées par « dire d'expert » au sein d'O-GEO, soit renseignées dans la bibliographie². Pour la plupart des espèces, les heures de retour au gîte ne sont pas précisées. Dans ce cas, les valeurs de sortie de gîte sont reportées avant le lever du soleil.

Par exemple, pour la Pipistrelle commune, l'émergence est considérée précoce jusqu'à 25 min après le coucher du soleil et le retour est considéré tardif au-delà des 25 minutes qui précèdent le lever du soleil.

Pour d'autres espèces plus tardives, comme par exemple le Murin à oreilles échancrées, l'émergence est comptabilisée du coucher du soleil jusqu'à 50 min après et à partir de 60 min avant le lever du soleil.

Ce phénomène n'est pas systématiquement détectable en fin de nuit particulièrement quand les conditions météorologiques sont défavorables avec de faibles températures.

d - Le niveau de couverture spécifique

Dans chaque échantillon horaire, pour chaque espèce, la proportion de points couverts par heure est calculée. La valeur retenue est le pourcentage moyen de points couverts par heure par chaque espèce.

La valeur moyenne de ce pourcentage est relative car elle ne correspond donc pas directement à une proportion du nombre de points d'écoute. Par exemple, la moyenne peut être de 10% alors que l'étude s'appuie sur trois points d'écoute. Mais elle permet de pondérer à la fois des espèces qui concentrent ponctuellement leur activité comme des espèces détectées sur un point d'écoute mais qui au demeurant n'y sont apparues qu'à quelques reprises.

Un niveau de couverture est défini en fonction de la valeur de l'indice de couverture relative :

- Fort : 75 à 100 % des points d'écoute ;
- Moyen : 25 à 75 % des points d'écoute ;
- Faible : 12,5 à 25 % des points d'écoute
- Très faible : < 12,5 % des points d'écoute.

i - Le niveau de fréquentation

Ce niveau est établi par le croisement du niveau de couverture relative spécifique avec le niveau d'activité spécifique (Tableau 3).

		Niveau de couverture spécifique			
		Très faible	Faible	Moyen	Fort
Niveau d'activité spécifique	Très faible	Très faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen
	Faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen	Moyen
	Moyen	Faible	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort
	Fort	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort	Fort

Tableau 3 : méthode d'évaluation du niveau de fréquentation

Cette hiérarchisation des niveaux de fréquentation est confrontée à celle des niveaux de statuts de conservation et de protection dans l'analyse des enjeux de manière à formuler une hiérarchisation des enjeux chiroptérologiques spécifiques.

² Arthur L. & Lemaire M. – 2021 – *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Édition Biotope, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 3ème édition, 592p.
Dietz C., Von Helversen O. & Nill D., 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux et Niestlé, Lonay, 400 p.

F - L'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique

1 - Les niveaux des statuts réglementaires et conservatoires

Le peuplement chiroptérologique est concerné par :

- Un arrêté de protection nationale ;
- Des enjeux de conservation européens (annexe II de la Directive Habitats)
- Des niveaux de menace à l'échelle nationale et régionale (listes rouges) ;
- Les listes d'espèces déterminantes à l'échelle régionale voire départementale (ZNIEFF).

Une espèce protégée sur le territoire français bénéficie donc d'un niveau de statut réglementaire fort. Toutes les espèces et leurs habitats étant protégés en France, chacune bénéficie d'un statut réglementaire fort.

Chaque espèce dispose d'un statut de conservation :

- Faible si elle n'est pas visée par l'annexe II de la Directive Habitat ou si elle ne bénéficie pas d'un statut d'espèce quasi menacée ou menacée (vulnérable, en danger, en danger critique), ou d'espèce déterminante ;
- Moyen si elle ne dispose que d'un statut d'espèce déterminante ;
- Fort si elle est visée par l'annexe II de la Directive Habitats ou si elle est quasi menacée ou menacée en France ou en région.

2 - Les niveaux d'enjeux réglementaires et conservatoires

La législation impose l'interdiction de leur destruction ou de celle des habitats nécessaires au bon déroulement de leur cycle biologique. Par conséquent, le **niveau d'enjeu réglementaire** s'alignera sur celui du statut réglementaire pour l'ensemble des espèces réglementaires et sera qualifié de **fort**.

Le niveau d'enjeu conservatoire est le résultat du croisement entre le niveau de fréquentation et le niveau du statut conservatoire (Tableau 4).

		Niveau de fréquentation			
		Très faible	Faible	Moyen	Fort
Niveau du statut conservatoire	Faible	Très faible à faible	Faible	Faible à moyen	Moyen
	Moyen	Faible	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort
	Fort	Faible à moyen	Moyen	Moyen à fort	Fort

Tableau 4 : méthode d'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique conservatoire

II - RÉSULTATS

A - Liste des espèces inventoriées

S'appuyant sur près de 58 heures d'écoute nocturne, sur 2 points et 3 sessions, l'étude de l'activité des Chiroptères a permis de collecter 268 séquences, produisant 270 séquences-espèces. La compilation de ces séquences aboutit à un total de 258 contacts (Tableau 5).

Au total, 7 espèces de Chiroptères sont répertoriées :

- La Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) ;
- La Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (Natterer in Kuhl, 1817) ;
- La Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) ;
- La Noctule commune *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) ;
- L'Oreillard gris *Plecotus austriacus* (J. B. Fischer, 1829).

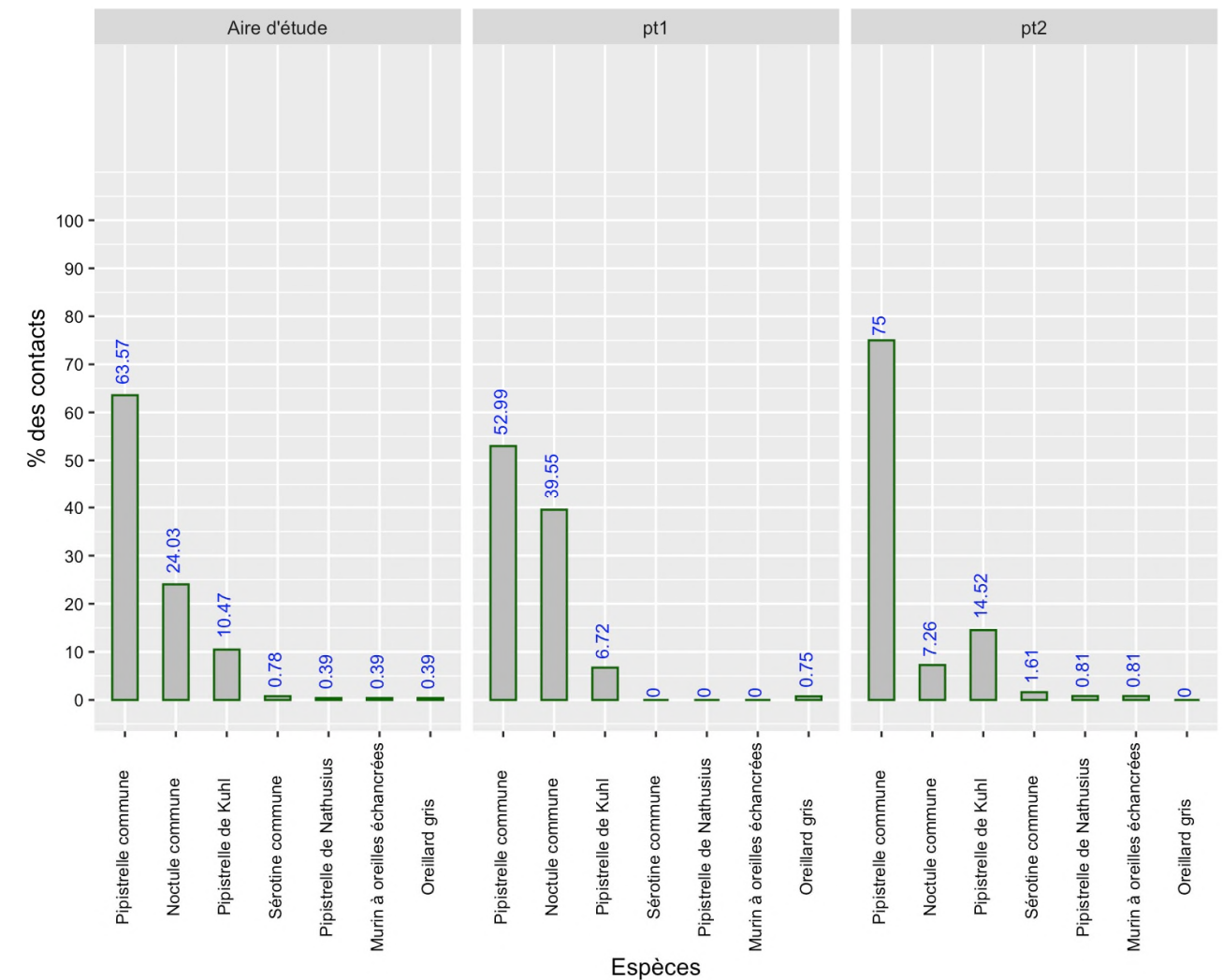
Nom vernaculaire	Pt 1			Pt2			Total
	2024-05-23	2024-06-11	2024-09-26	2024-05-23	2024-06-11	2024-09-26	
Pipistrelle commune	46	19	6	33	46	14	164
Pipistrelle de Kuhl	5	1	3	10	5	3	27
Pipistrelle de Nathusius				1			1
Sérotine commune						2	2
Noctule commune	29	24		6	3		62
Murin à oreilles échancrées						1	1
Oreillard gris			1				1
N Contacts	80	44	10	50	54	20	258
N Espèces	3	3	3	4	3	4	7

Tableau 5 : liste des espèces répertoriées sur l'aire d'étude de l'activité de Chiroptères et nombre de contacts par points et par session

La détermination des espèces à partir de l'analyse acoustique a ses limites, en particulier dans des contextes où les espèces doivent faire converger la structure de leurs signaux pour s'adapter à leur environnement ou pour capturer leurs proies.

La diagnose des séquences du groupe Noctules et Sérotines est parfois difficile lorsque les signaux sont en structure modulée. Ainsi, deux séquences n'ont pu être attribuées à une espèce et ont été rattachées au groupe Noctule ou Sérotine (Nyctaloïdes).

La Pipistrelle commune domine les proportions de contacts sur l'aire d'étude avec 63,6 % des contacts et sur les deux points d'écoute avec 53 % et 75 % des contacts (Graph. 2). Sur l'aire d'étude elle est suivie par la Noctule commune avec 24 % des contacts, puis par la Pipistrelle de Kuhl avec 10,5 % des contacts sur l'aire d'étude. Les autres espèces ont une présence plus anecdotique sur l'aire d'étude.



Graph. 2 : répartition des proportions de contacts par espèce de Chiroptères

B - Diversité et densité

1 - Diversité

a - Par point

Pour chaque heure écoulée, le nombre d'espèces est calculé sur chaque point durant chaque session. La diversité moyenne est calculée en nombre d'espèces par heure (e/h) pour chaque point.

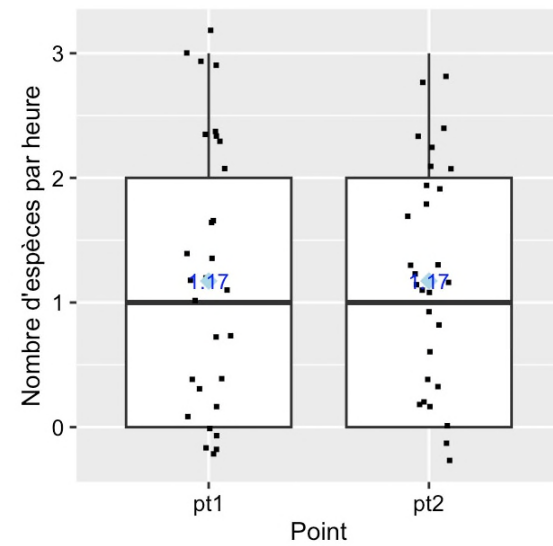
Les deux points d'écoute ont une diversité moyenne de 1,2 e/h (Graph. 3, Tableau 6, Carte 3). Sur ces points, 3 espèces sont contactées au maximum sur une même heure d'écoute.

Le test statistique ne révèle aucune différence significative entre les points d'écoute.

D'après le référentiel O-GEO, les deux points ont une diversité considérée faible à moyenne. Cette diversité est dominée par la présence de la Pipistrelle commune.

Point	Moyenne	Médiane	Max	Min
pt1	1.17	1	3	0
pt2	1.17	1	3	0

Tableau 6 : nombre moyen d'espèces présentes par heure à l'échelle de l'aire d'étude, par point



Pas de différence significative
Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON
p_value= 0.915995739076537

Graph. 3 : nombre d'espèces présentes par heure par point

b - Par habitat

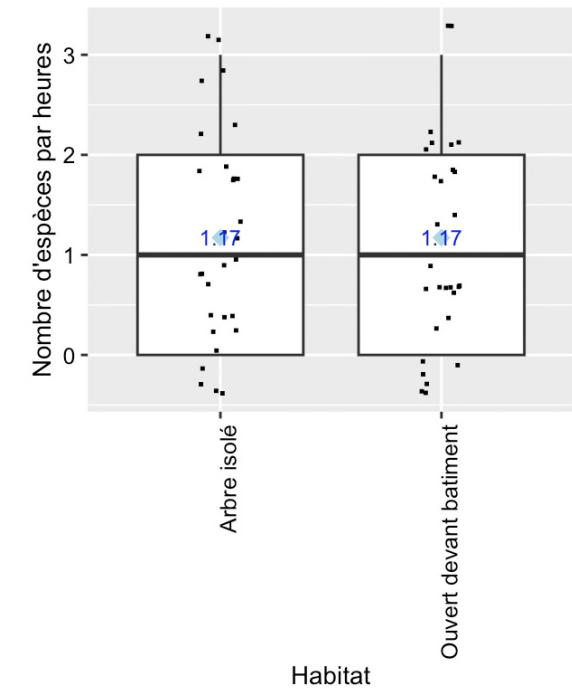
Pour chaque heure écoulée, le nombre d'espèces est calculé sur chaque habitat durant chaque session. La diversité moyenne est calculée en nombre d'espèces par heure (e/h) pour chaque habitat.

Les deux points sont associés à deux habitats différents que sont l'arbre isolé et le milieu ouvert devant bâtiment. Les résultats sont identiques aux résultats précédents (Graph. 4, Tableau 7, Carte 3). Aucune différence significative n'est observée entre les deux habitats.

Ainsi, la diversité est faible à moyenne quel que soit l'habitat étudié.

Habitat	Moyenne	Médiane	Max	Min
Arbre isolé	1.17	1	3	0
Ouvert devant bâtiment	1.17	1	3	0

Tableau 7 : nombre moyen d'espèces présentes par heure à l'échelle de l'aire d'étude, par habitat



Pas de différence significative
Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON
p_value= 0.915995739076537

Graph. 4 : nombre d'espèces présentes par heure par habitat

2 - Densité toutes espèces confondues

a - Par point

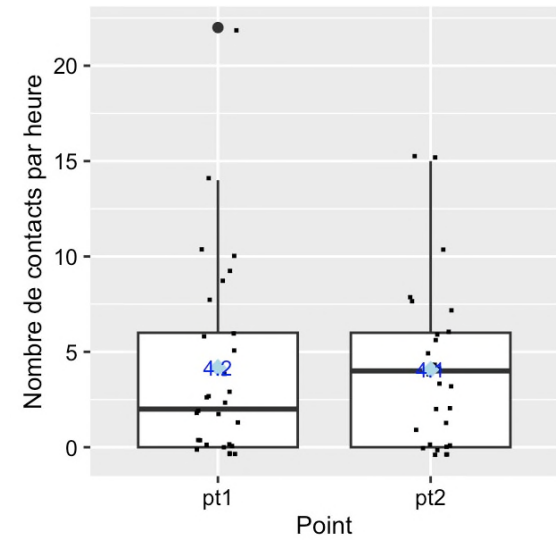
La densité est mesurée par l'activité moyenne en contacts par heure. La densité moyenne est calculée en nombre de contacts par heure (c/h) pour chaque point.

La densité moyenne est de 4,2 c/h au point 1. Au point 2 elle est de 4,1 c/h (Graph. 5, Tableau 8, Carte 3). Le test statistique ne révèle aucune différence significative entre les densités moyennes des points d'écoute.

Ainsi, la densité moyenne est très faible sur les deux points d'écoute.

Point	Moyenne	Médiane	Max	Min
pt1	4.17	2	22	0
pt2	4.07	4	15	0

Tableau 8 : contacts moyens par heure par point



Pas de différence significative
Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON
p_value= 0.715966676518576

Graph. 5 : densité moyenne par heure par point

b - Par habitat

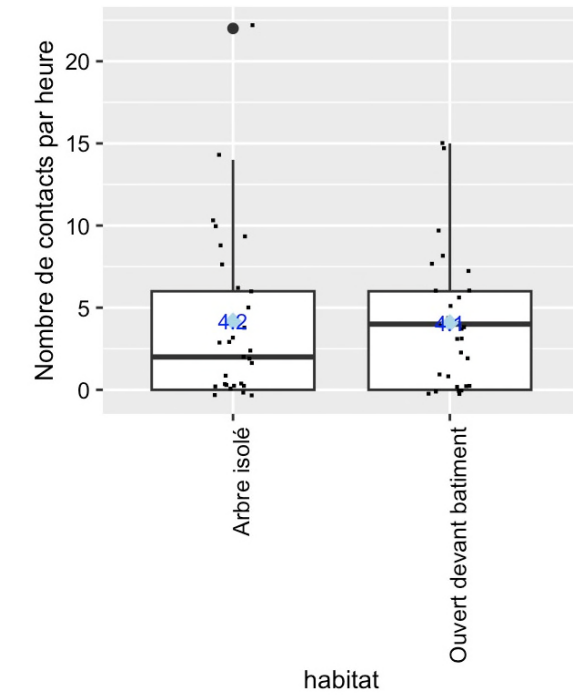
La densité est mesurée par l'activité moyenne en contacts par heure pour chaque habitat. La densité moyenne est calculée en nombre de contacts par heure (c/h) pour chaque habitat.

Les deux points sont associés à deux habitats différents que sont l'arbre isolé et le milieu ouvert devant bâtiment. Les résultats sont identiques aux résultats précédents (Graph. 6, Tableau 9, Carte 3). Aucune différence significative n'est observée entre les deux habitats.

Ainsi, la densité est faible en lisière de haie multistrata, en lisière de boisement et en allée de boisement.

Habitat	Moyenne	Médiane	Max	Min
Arbre isolé	4.17	2	22	0
Ouvert devant bâtiment	4.07	4	15	0

Tableau 9 : contacts moyens par heure par habitat



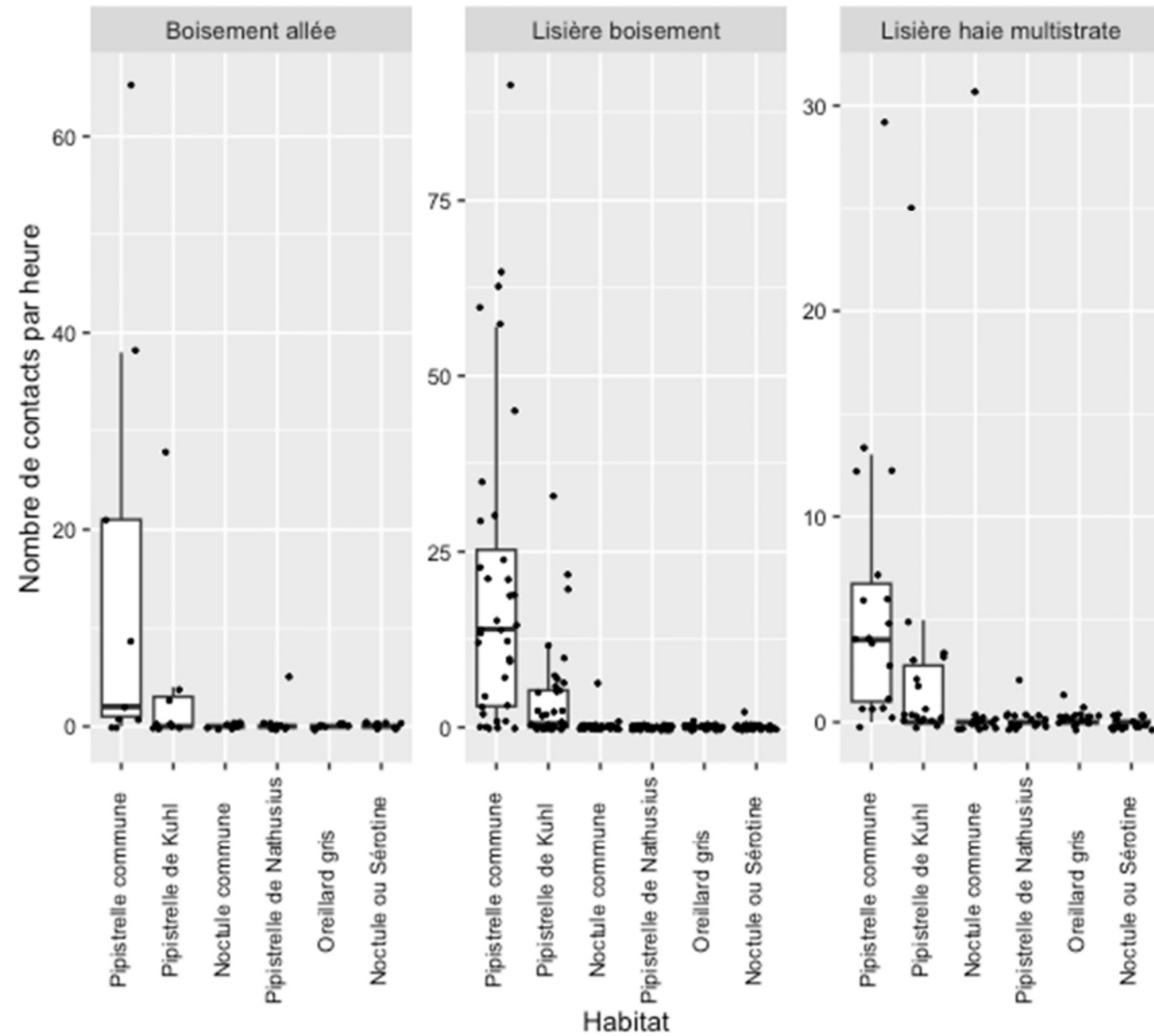
Pas de différence significative
Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON
p_value= 0.715966676518576

Graph. 6 : densité moyenne par heure par habitat

3 - Densité par espèce par habitat

La Pipistrelle commune domine les proportions de contacts dans chacun des habitats avec 2,1 c/h sur l'arbre isolé et 3 c/h dans le milieu ouvert devant bâtiment. Sur l'arbre isolé elle est suivie par la Noctule commune avec 1,8 c/h. Les autres espèces ont une densité plus faible, inférieure à 0,6 c/h en moyenne dans les deux habitats (Graph. 7, Tableau 10).

La plupart des espèces pour lesquelles un test statistique a pu être réalisé ont une densité similaire entre les deux habitats (Tableau 11). Cependant, la Noctule commune a une densité significativement plus importante sur l'arbre isolé comparé au milieu ouvert devant bâtiment.



Graph. 7 : distribution du nombre de contacts par heure en fonction des habitats

Habitat	Espèce	Moyenne	Médiane	Max	Min
Arbre isolé	Pipistrelle commune	2.07	1	9	0
Arbre isolé	Noctule commune	1.83	0	12	0
Arbre isolé	Pipistrelle de Kuhl	0.24	0	3	0
Arbre isolé	Oreillard gris	0.03	0	1	0
Arbre isolé	Murin à oreilles échancrées	0.00	0	0	0
Arbre isolé	Pipistrelle de Nathusius	0.00	0	0	0
Arbre isolé	Sérotine commune	0.00	0	0	0
Ouvert devant bâtiment	Pipistrelle commune	3.03	2	15	0
Ouvert devant bâtiment	Pipistrelle de Kuhl	0.59	0	3	0
Ouvert devant bâtiment	Noctule commune	0.31	0	5	0
Ouvert devant bâtiment	Sérotine commune	0.07	0	2	0
Ouvert devant bâtiment	Murin à oreilles échancrées	0.03	0	1	0
Ouvert devant bâtiment	Pipistrelle de Nathusius	0.03	0	1	0
Ouvert devant bâtiment	Oreillard gris	0.00	0	0	0

Tableau 10 : contacts moyens pour chaque espèce, par heure par habitat (moyenne plus élevée surlignée)

Espèce	Test	P value	Conclusion
Pipistrelle commune	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.2840474	Pas de différence significative
Pipistrelle de Kuhl	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.2627821	Pas de différence significative
Pipistrelle de Nathusius	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.3342858	Pas de différence significative
Sérotine commune	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.3342858	Pas de différence significative
Noctule commune	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.0132725	Différences significatives
Murin à oreilles échancrées	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.3342858	Pas de différence significative
Oreillard gris	Test de MANN.WHITNEY / WILCOXON	0.3342858	Pas de différence significative

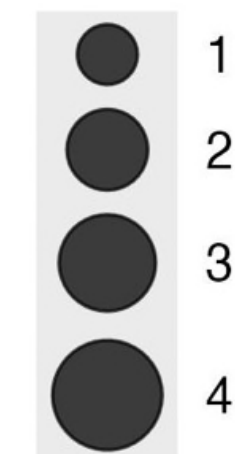
Tableau 11 : tests statistiques utilisés pour comparer la densité par habitat pour les espèces possédant plus de 2 contacts

N espèces / heure



1.172414

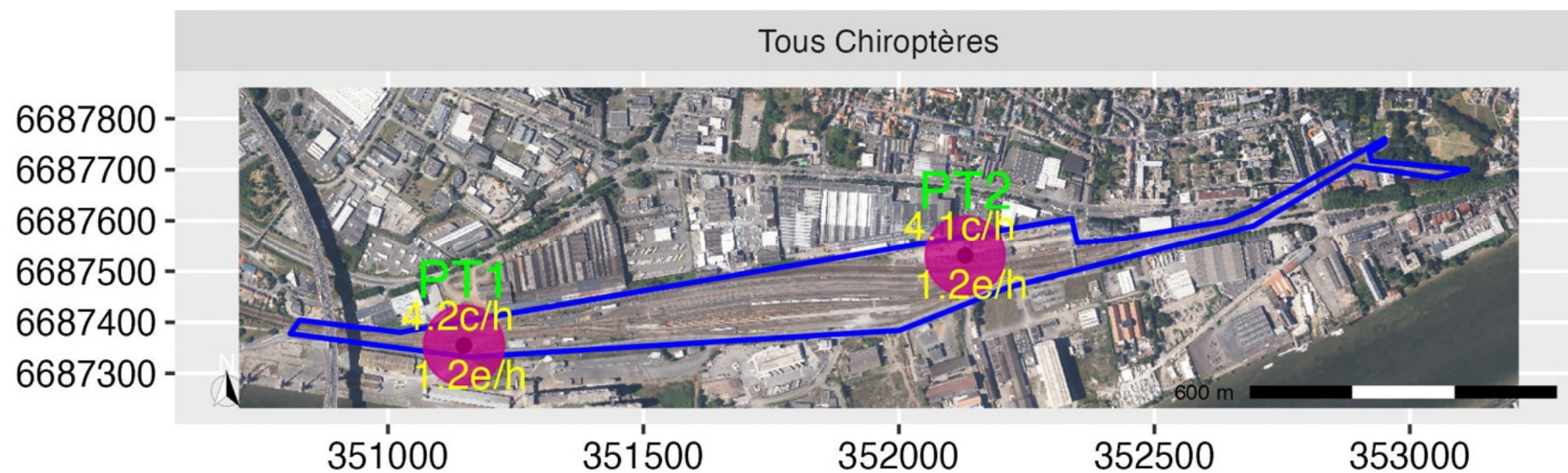
Contacts / heure



Aire d'étude

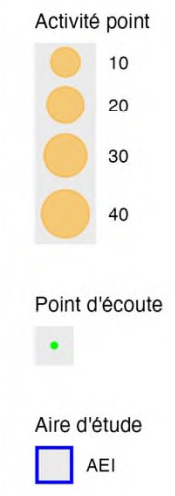
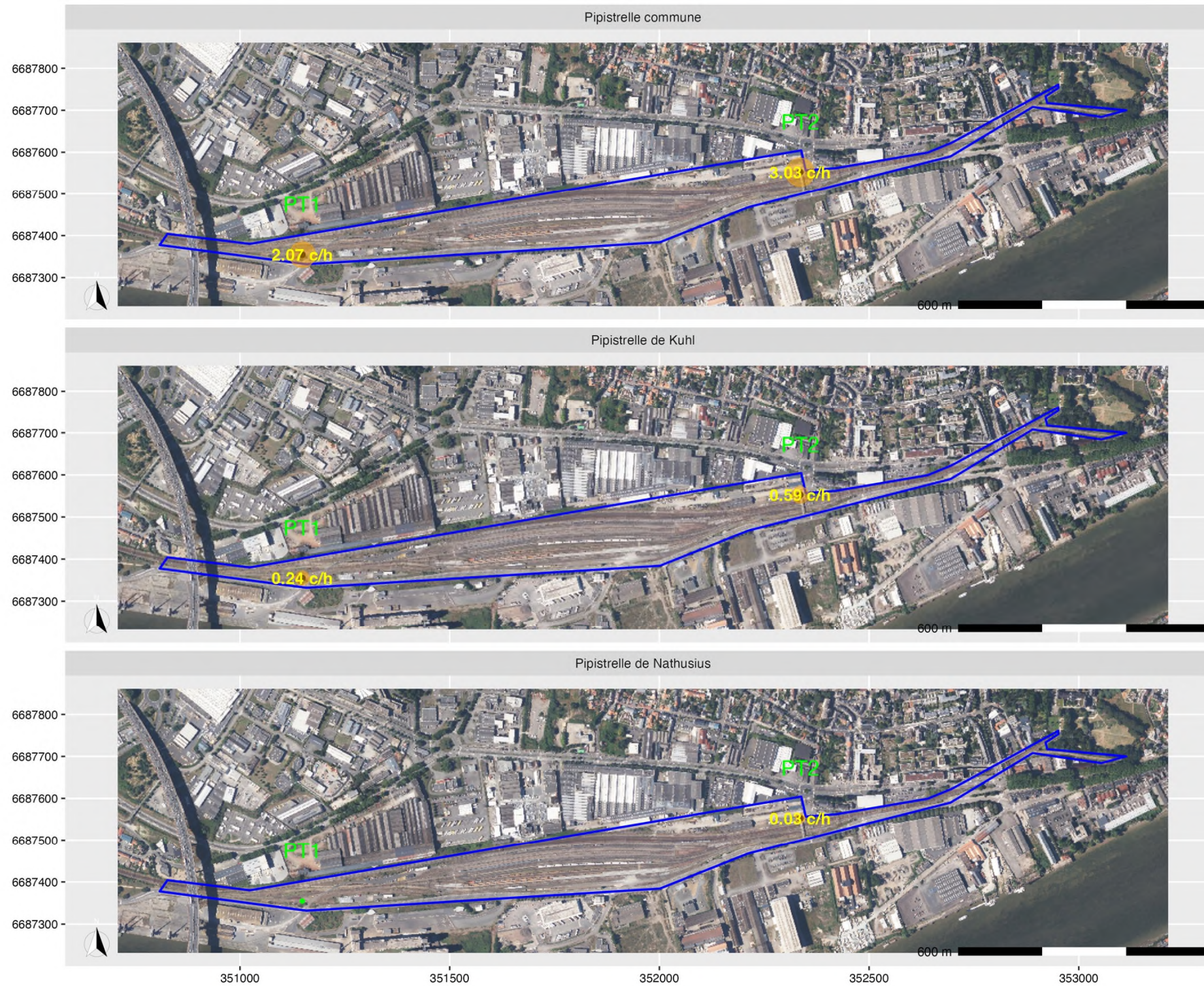


Tous Chiroptères



Sources : Artélia, Orthophoto
Réalisation : O-GEO, le 29/11/2024

Carte 3 : indices ponctuels de diversité et de densité d'activité des Chiroptères



Sources : Artélia, Orthophoto
 Réalisation : O-GEO, le 09/12/2024

Carte 4 : : activité des Pipistrelloïdes par point

Noctule commune



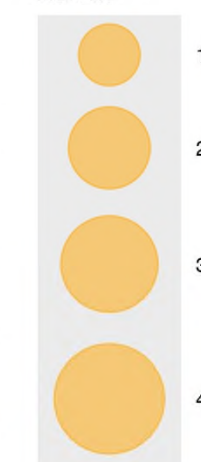
Sérotine commune



Point d'écoute



Activité



Aire d'étude



Sources : Artélia, Orthophoto
Réalisation : O-GEO, le 09/12/2024

Carte 5 : activité des Nyctaloïdes par point

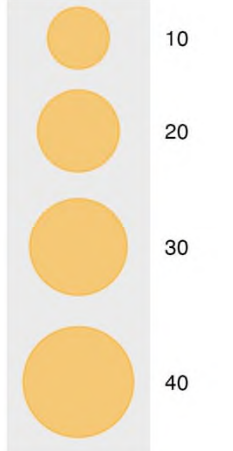
Murin à oreilles échancrées



Point d'écoute



Activité

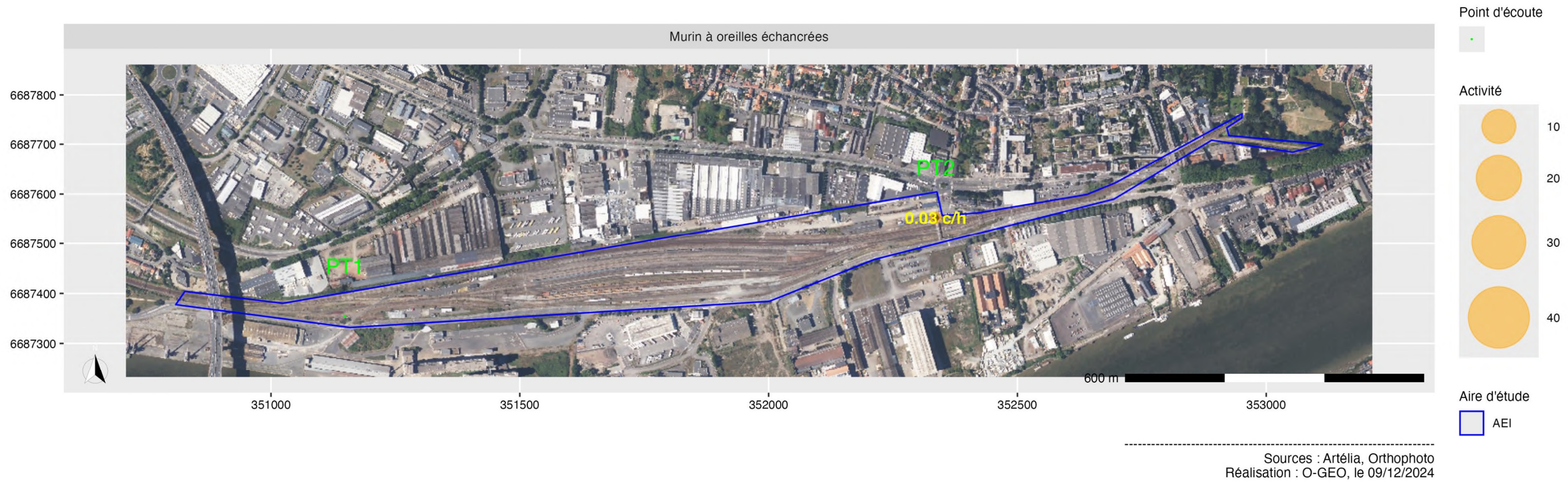


Aire d'étude



Sources : Artélia, Orthophoto
Réalisation : O-GEO, le 09/12/2024

Carte 6 : activité des Myotis par point



Carte 7 : activité des autres espèces de Chiroptères par point

D - Niveau de fréquentation des Chiroptères

1 - Niveau d'activité

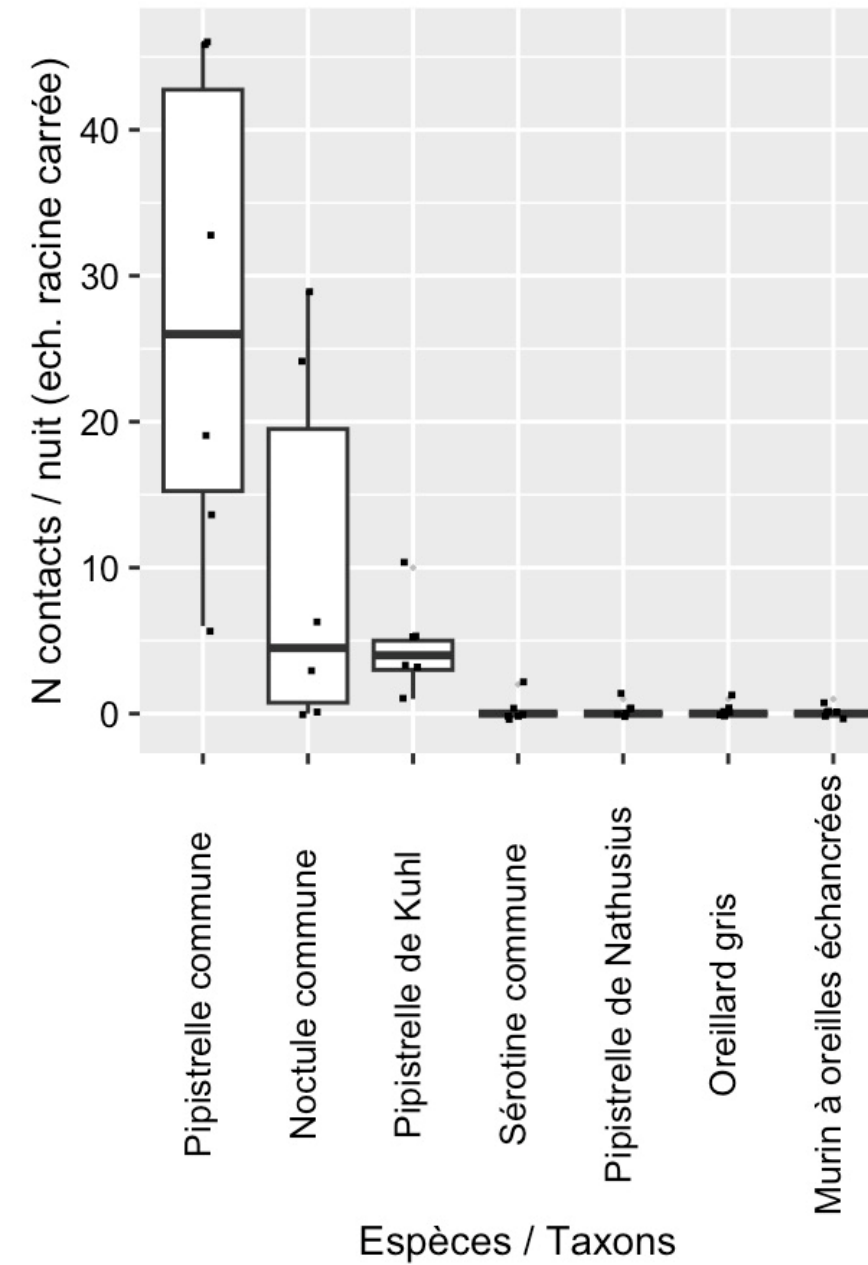
Les niveaux d'activité sont établis sur la base d'un référentiel qui est précisé dans la méthodologie.

Ce référentiel s'appuie sur une compilation de relevés dont l'échantillon est le point-session, ou la nuit. L'unité retenue est donc le nombre de contacts par nuit.

En fonction du nombre moyen de contacts par nuit mesuré au sein de l'aire d'étude, un niveau d'activité est établi.

Seule la Noctule commune a un niveau d'activité évalué à moyen, avec en moyenne 10,3 c/n.

Le niveau d'activité est faible pour les autres espèces avec entre 0,17 c/n et 27,3 c/n (Graph. 8, Tableau 12).



Graph. 8 : distribution de mesures de l'activité par heure des Chiroptères

Espèce	Contacts/nuit (moy.)	Niveau d'activité
Noctule commune	10.333	Moyen
Pipistrelle commune	27.333	Faible
Pipistrelle de Kuhl	4.500	Faible
Sérotine commune	0.333	Faible
Murin à oreilles échancrées	0.167	Faible
Oreillard gris	0.167	Faible
Pipistrelle de Nathusius	0.167	Faible

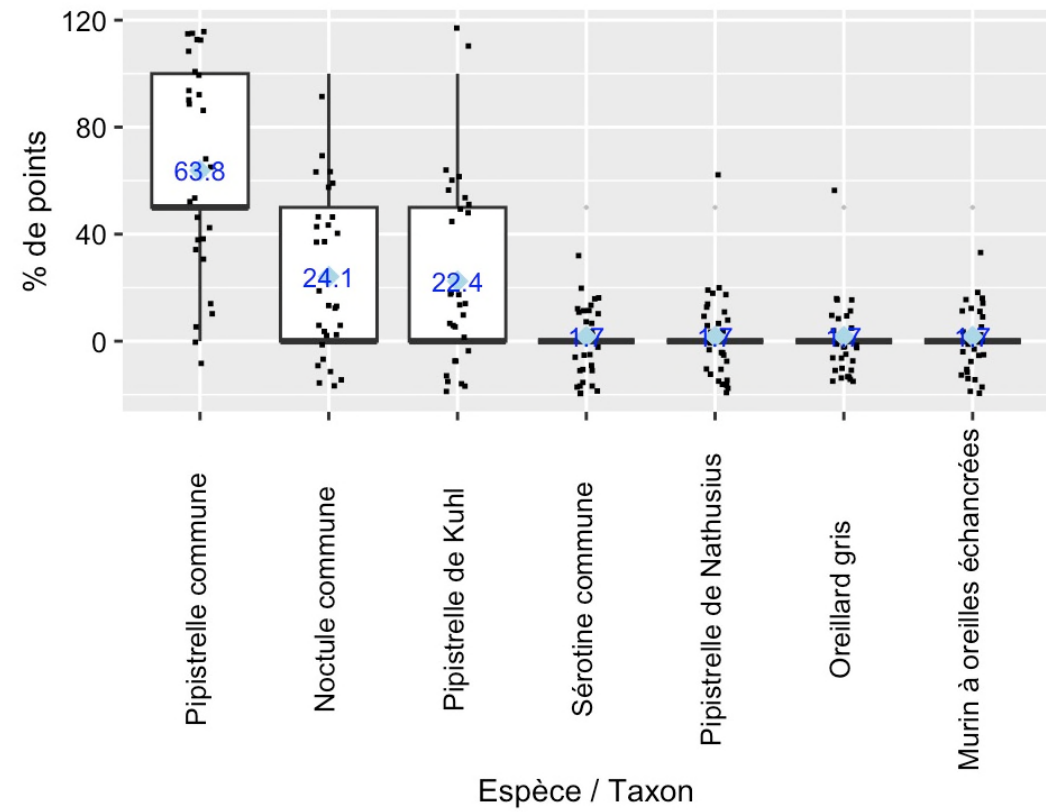
Tableau 12 : activité spécifique moyenne par nuit à l'échelle de l'aire d'étude

2 - Niveau de couverture

La Pipistrelle commune a un niveau de couverture évalué à moyen avec 63,8 % de taux de couverture (Graph. 9, Tableau 13). Elle est alors présente sur un peu plus de la moitié des points toutes les heures.

La Noctule commune et la Pipistrelle de Kuhl ont un niveau de couverture évalué à faible avec respectivement 24,1 % et 22,1 % de taux de couverture (Graph. 9, Tableau 13).

Il est très faible pour les autres espèces.



Graph. 9 : distribution de mesures de couverture de points d'écoute par heure

Espèce	% des points / heure (moy.)	Médiane	Min	Max	Niveau de couverture
Pipistrelle commune	63.79	50	0	100	Moyen
Noctule commune	24.14	0	0	100	Faible
Pipistrelle de Kuhl	22.41	0	0	100	Faible
Sérotine commune	1.72	0	0	50	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	1.72	0	0	50	Très faible
Oreillard gris	1.72	0	0	50	Très faible
Murin à oreilles échancrées	1.72	0	0	50	Très faible

Tableau 13 : couverture moyenne par heure des points d'écoute par les Chiroptères

E - Émergences crépusculaires

i - Données enregistrées

L'ensemble des données est synthétisé dans les tableaux suivants (Tableau 14 et Tableau 15) et les graphiques suivants (Graph. 10, Graph. 11).

Sur les trois espèces répertoriées en début ou fin de nuit, au regard de la bibliographie, deux évoque la proximité d'un gîte :

- Anthropique :
 - o La Pipistrelle commune, au point 1, en période automnale ;
 - o La Pipistrelle de Kuhl, au point 1, en période automnale ;

Espèce	Point	Session	Minutes qui succèdent le coucher du soleil	Gîte potentiel
Pipistrelle commune	pt1	2024-05-23	33	Trop tardif
	pt1	2024-09-26	24	Anthropique
	pt2	2024-06-11	26	Trop tardif
	pt2	2024-09-26	34	Trop tardif
Pipistrelle de Kuhl	pt1	2024-09-26	20	Anthropique
	pt2	2024-09-26	23	Anthropique
Noctule commune	pt1	2024-05-23	47	Trop tardif

Tableau 14 : minutes des contacts les plus précocement enregistrés au crépuscule, jusqu'à une heure après le coucher du soleil

Espèce	Point	Session	Minutes qui précèdent le lever du soleil	Gîte potentiel
Pipistrelle commune	pt1	2024-05-23	-33	Trop précoce
	pt2	2024-05-23	-43	Trop précoce
	pt2	2024-06-11	-49	Trop précoce
Noctule commune	pt1	2024-06-11	-34	Trop précoce

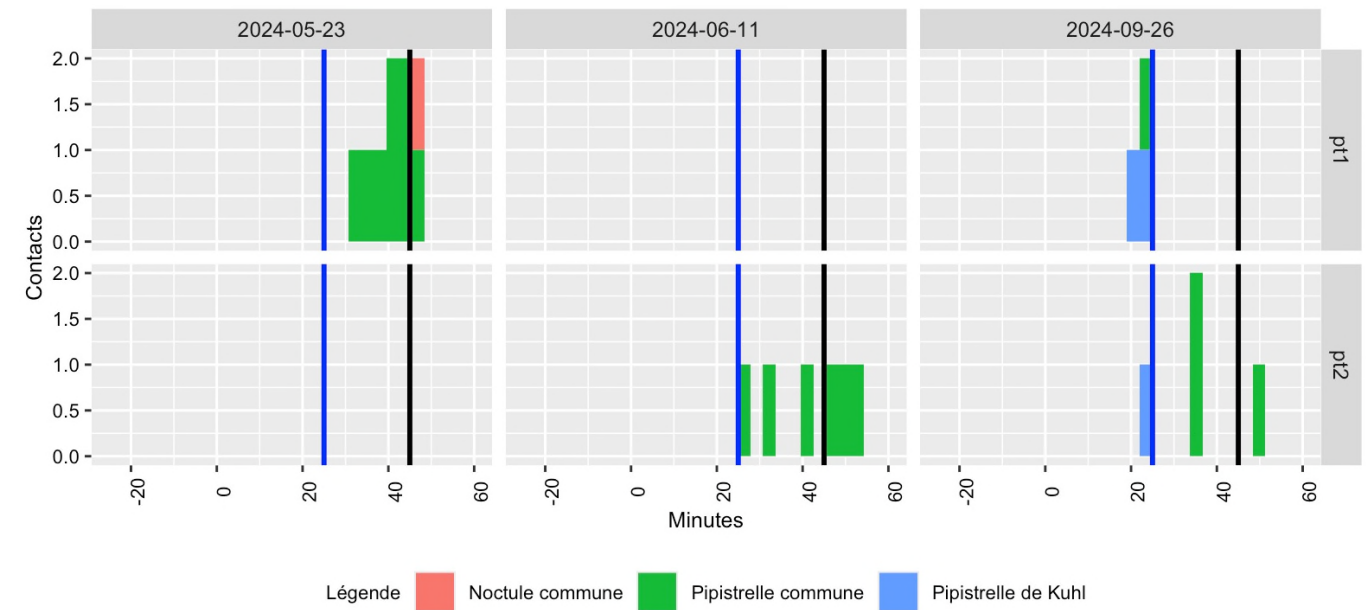
Tableau 15 : minutes des contacts les plus tardivement enregistrés en fin de nuit, depuis une heure avant le lever du soleil

ii - La Pipistrelle commune :

La Pipistrelle commune est une espèce anthropophile. Elle affectionne très largement le bâti (habitation, église, pont, etc.) où elle trouve des cavités nécessaires à ses phases d'inactivité en journée en période estivale, pour ses nurseries ou des individus isolés. Elle s'accommode aussi des fissures dans les murs et autres interstices dans les bâtiments. Des groupes plus importants d'individus hibernent dans des fissures rocheuses et dans des gîtes souterrains : caves, tunnels et grottes.

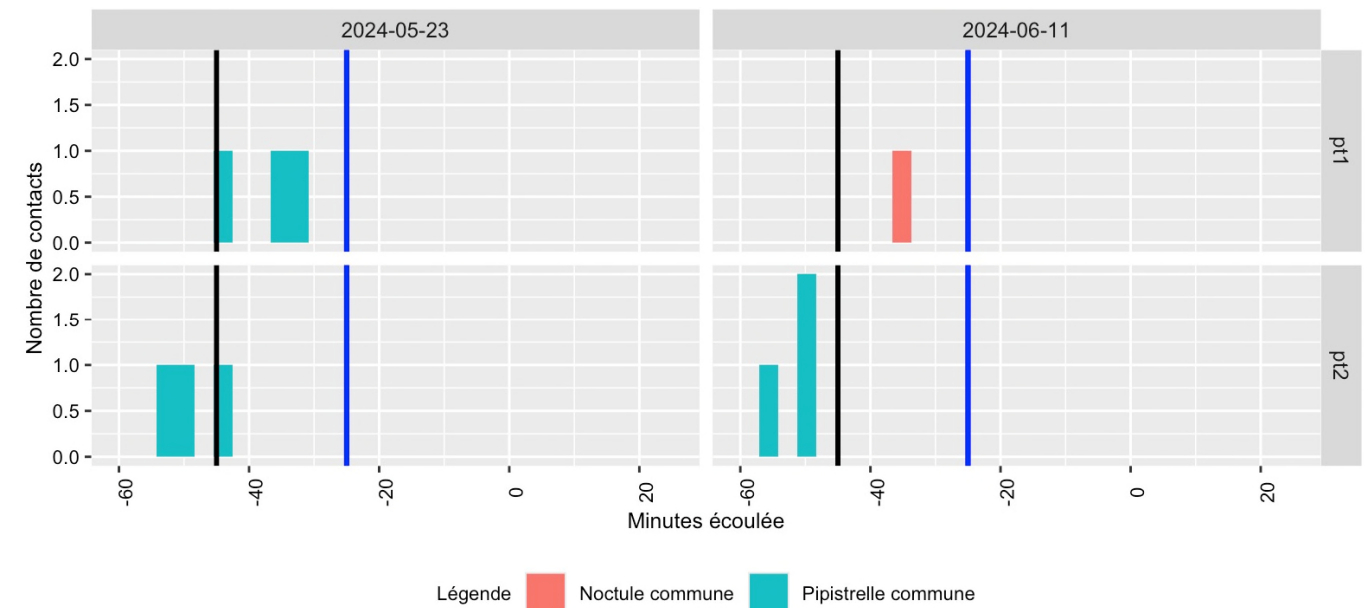
iii - La Pipistrelle de Kuhl :

La Pipistrelle de Kuhl est une espèce anthropophile. Elle affectionne très largement le bâti (habitation, église, pont, etc.). Elle y trouve des cavités nécessaires pour ses nurseries ou les individus isolés en période estivale, voire en période hivernale. En période hivernales, des individus peuvent être retrouvés dans les fissures rocheuses.



Le trait bleu et le trait noir marquent respectivement 25 minutes (sortie de gîte précoce) et 45 minutes (sortie de gîte tardive) après le coucher du soleil

Graph. 10 : contacts en phase crépusculaire entre 30 minutes avant et 60 minutes après le coucher du soleil



Le trait noir et le trait bleu marquent respectivement 45 minutes (retour précoce) et 25 minutes (retour tardif) avant le lever du soleil

Graph. 11 : contacts en phase crépusculaire entre 60 minutes avant et 20 minutes après le lever du soleil

F - Synthèse des niveaux de fréquentation

Cette synthèse s'appuie sur l'analyse de l'association des niveaux de présence (proportion de points d'écoute couverte) et le niveau d'activité moyenne (nombre de contacts moyen par nuit, par point).

Le tableau suivant (Tableau 16) fait la synthèse des niveaux de fréquentation spécifique et de la présence possible de gîtes.

Espèce	Niveau d'activité	Niveau de couverture	Niveau de fréquentation	Gîtes envisagés à proximité
Noctule commune	Moyen	Faible	Faible à moyen	Non
Pipistrelle commune	Faible	Moyen	Faible à moyen	Anthropique
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Faible	Faible	Anthropique
Murin à oreilles échancrées	Faible	Très faible	Très faible à faible	Non
Oreillard gris	Faible	Très faible	Très faible à faible	Non
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Très faible	Très faible à faible	Non
Sérotine commune	Faible	Très faible	Très faible à faible	Non

Tableau 16 : évaluation des niveaux d'enjeux chiroptérologiques au sein de l'aire d'étude

Ainsi, la zone d'étude est fréquentée :

- Avec un niveau faible à moyen :
 - o Incluant la proximité envisagée d'un gîte, par :
 - La Pipistrelle commune ;
 - o N'incluant pas la proximité envisagée d'un gîte, par :
 - La Noctule commune ;
- Avec un niveau faible, incluant la proximité envisagée d'un gîte, par :
 - La Pipistrelle de Kuhl ;
- o Avec un niveau très faible à faible, n'incluant pas la proximité envisagée d'un gîte, par :
 - Le Murin à oreilles échancrées ;
 - L'Oreillard gris ;
 - La Pipistrelle de Nathusius ;
 - La Sérotine commune.

G - Les enjeux chiroptérologiques

1 - Les statuts de protection et de conservation

L'ensemble des statuts de protection et de conservation à l'échelle de la France et de la région, synthétisés par l'INPN, ainsi que les niveaux équivalents, sont précisés dans le Tableau 17.

Toutes les espèces sont protégées en France. Certaines disposent de statuts de conservation importants qui impliquent un niveau de conservation fort, d'autres seulement faible.

Espèce	PN	DH	LRN	LRR	DET	Niveau de statut de protection	Niveau maximum de statut de conservation
Pipistrelle commune	NM2		NT	NT	Dét.	Fort	Fort
Pipistrelle de Kuhl	NM2					Fort	Faible
Pipistrelle de Nathusius	NM2		NT	VU	Dét.	Fort	Fort
Noctule commune	NM2		VU	VU	Dét.	Fort	Fort
Sérotine commune	NM2		NT	VU	Dét.	Fort	Fort
Le Murin à oreilles échanquées	NM2	CDH2			Dét.	Fort	Fort
Oreillard gris	NM2					Fort	Faible

DH : Directive Habitats
 CDH2 : espèce d'intérêt communautaire, visée à l'annexe II de la Directive Habitats ;
 CDH4 : engagement des pays membres dans la protection des espèces visées à l'annexe 4 de la Directive Habitats ;
 PN : Protection Nationale
 NM2 : espèce listée dans l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
 LR : Liste Rouge des espèces menacées en France (LRN) ou en région (LRR)
 DD : statut indéterminé, LC : préoccupation mineure, NT : quasi-menacée, Vu : menacée vulnérable, CR : en danger critique
 ZDET : ZNIEFF déterminante (ZNIEFF : Zone Nationale d'intérêt Écologique, Faunistique et Floristique)
 DET : espèces déterminantes en région

Tableau 17 : statuts de protection et de conservation et leur niveau à l'échelle de la France et de la région

2 - Les niveaux d'enjeux chiroptérologiques

Les enjeux chiroptérologiques sont établis dans le tableau suivant (Tableau 18).

Les enjeux se concentrent sur la Noctule commune et la Pipistrelle commune. En effet, ces espèces ont un niveau d'enjeu conservatoire moyen à fort. Des gîtes anthropiques sont possibles à proximité du point 1 pour la Pipistrelle commune.

Le niveau d'enjeu conservatoire est évalué à faible à moyen pour le Murin à oreilles échanquées, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune.

La Pipistrelle de Kuhl et l'Oreillard gris ont un niveau d'enjeux évalué à faible. Des gîtes anthropiques sont possibles à proximité du point 1 pour la Pipistrelle de Kuhl.

Espèce	Niveau de fréquentation	Niv. statut de protection	Niv. statut de conservation	Niv. enjeu conservatoire	Gîtes envisagés à proximité
Noctule commune	Faible à moyen	Fort	Fort	Moyen à fort	Non
Pipistrelle commune	Faible à moyen	Fort	Fort	Moyen à fort	Anthropique (point 1)
Murin à oreilles échanquées	Très faible à faible	Fort	Fort	Faible à moyen	Non
Pipistrelle de Nathusius	Très faible à faible	Fort	Fort	Faible à moyen	Non
Sérotine commune	Très faible à faible	Fort	Fort	Faible à moyen	Non
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Fort	Faible	Faible	Anthropique (point 1)
Oreillard gris	Très faible à faible	Fort	Faible	Faible	Non

Tableau 18 : niveaux d'enjeux chiroptérologiques

Partie 3 - CONCLUSION

I - Les enjeux chiroptérologiques

L'inventaire des Chiroptères et l'étude de leur activité sont menés sur 2 points d'écoute et 3 sessions par point en période estivale (mise-bas et élevage des jeunes). L'analyse de l'activité des Chiroptères s'appuie sur la compilation de l'ensemble des données collectées durant près de 58 heures cumulées d'écoute nocturne continue. Cet effort a permis d'identifier 7 espèces de Chiroptères. Sur les 36 espèces recensées en France³, la région Pays-de-la-Loire compte 21 espèces⁴. Ainsi, la diversité chiroptérologique peut être considérée comme faible à moyenne.

Les enjeux chiroptérologiques à l'échelle de l'aire d'étude se concentrent sur la Noctule commune et la Pipistrelle commune. L'aire d'étude joue un rôle important dans la conservation des populations locales de ces espèces anthropophiles.

La diversité est considérée faible à moyenne sur les deux points d'écoute et la densité est très faible. Les espèces anthropophiles dominent l'activité dans l'aire d'étude.

La conservation de ces enjeux est étroitement liée à la conservation des milieux arborés, arbustifs et multistrates rares mais présents au sein et en périphérie de l'aire d'étude. Cet ensemble est nécessaire à l'alimentation et au déplacement des Chiroptères ainsi qu'à leur repos et leur reproduction si des cavités sont présentes.

Les comportements crépusculaires de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl évoquent la présence de gîtes anthropiques au sein ou à proximité de l'aire d'étude.

Ainsi, les bâtiments de l'aire d'étude peuvent accueillir des individus ou des colonies. Les enjeux règlementaires et conservatoires sont potentiellement forts.

II - Les effets et impacts bruts

A - En phase travaux

1.1.1.1. Effets directs

En phase travaux, les impacts bruts permanents attendus sont :

- La destruction d'habitats de chasse ;
- La destruction possible de gîtes sylvestres et anthropiques.

Au regard des enjeux de conservation moyens à forts pour deux espèces de Chiroptères contactées, les impacts bruts imputables à la destruction d'habitats multistrates sont de niveau moyen à fort.

Par ailleurs, le risque de mortalité d'animaux durant les travaux par destruction de bâtiments, avant mesures, est fort.

1.1.1.2. Effets indirects

En phase de travaux, aucun effet indirect n'est identifié tant que les travaux sont menés de jour et loin des gîtes à Chiroptères.

B - En phase fonctionnement

1.1.1.3. Effets directs

L'objectif du projet n'a pas été totalement communiqué mais il concerne l'aménagement de la voie SNCF. Cet aménagement pourra avoir comme conséquence potentielle la création de routes ou de chemin et accessoirement la mise en place d'éclairages artificiels.

La création d'axes routiers a des conséquences sur les Chauves-souris⁵:

- Perte d'habitat de chasse en sectionnant les corridors écologiques ;
- Création de sons perturbant la chasse des Chiroptères ;
- Pollution des eaux à proximité où s'abreuvent les Chiroptères ;
- Collisions directes.

Les espèces les plus touchées par les collisions directes sont les Pipistrelles, la Noctule commune, la Sérotine commune et l'Oreillard gris pour cette étude.

En phase de fonctionnement, si des éclairages artificiels sont installés, l'effet direct attendu est une perturbation du rythme circadien, modifiant le comportement des Chiroptères, surtout les espèces lucifuges comme le Murin à oreilles échanquées et l'Oreillard gris, par la pollution lumineuse :

- Retard des sorties de gîtes et diminution de la période de recherche de nourriture ;
- Diminution de l'activité ;
- Barrière aux déplacements des individus ;
- Perte ou abandon d'une zone de chasse ;
- Retard de développement des jeunes individus⁶.

³ Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 2022. Plan national d'actions Chiroptères , <https://plan-actions-chiropteres.fr/les-chauve-souris/les-especes-en-france> (consulté le 15/06/2023)

⁴ Sologne Nature Environnement, « Plan d'action Chiroptères en région Centre 2009-2013 », 2009

⁵ Arthur L. & Lemaire M. – 2021 – *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Édition Biotope, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 3ème édition, 592p

⁶ BOLDOGH, S., D. DOBROSI & P. SAMU. 2007. The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica*, 9(2) : 527-534.

Concernant la construction de routes, et au regard des enjeux faibles jusqu'à moyens et forts pour les Pipistrelles, la Noctule commune, la Sérotine commune et l'Oreillard gris, les impacts bruts sont de niveau moyen et moyen à fort.

Concernant l'éclairage artificiel, et au regard des enjeux faibles et faibles à moyens et de la sensibilité forte de l'Oreillard gris et du Murin à oreilles échancrées, les impacts bruts sont de niveau moyen.

1.1.1.4. Effets indirects

L'éclairage nocturne peut entraîner une fréquentation accrue des Chiroptères non lucifuges comme les Pipistrelles et la Sérotine commune. Il peut également aboutir à une désynchronisation avec les pics d'activité des insectes, dont elles se nourrissent, et donc se répercuter sur l'état des individus, notamment sur la fécondité et la survie des populations⁷.

Au regard des enjeux faibles et allant jusqu'à moyens à forts pour les différentes espèces de Pipistrelles et de la Sérotine commune et de leur sensibilité forte à ces effets, les impacts bruts sont de niveau moyen.

III - Préconisations d'évitement et impacts résiduels

A - En phase travaux

L'évitement des arbres isolés ainsi que des lisières de haies est la première mesure à appliquer en phase travaux.

L'évitement de ces habitats permettrait au projet de ne pas générer d'impacts résiduels significatifs sur les milieux de chasse et de gîte sylvestre de Chiroptères.

De même, par cette mesure, le projet ne génèrera pas de risque de mortalité d'espèces protégées potentiellement présentes dans les arbres gîtes.

L'évitement de la destruction de bâtiments permettrait également de ne pas générer de risque de mortalité d'espèces protégées.

En cas d'absence de mesures d'évitement comme en cas de mesures d'évitement partielles, le projet peut générer un impact résiduel significatif, et un risque de mortalité significatif. Ils impliquent d'engager une ou plusieurs mesures de réduction.

B - En phase fonctionnement

En phase de fonctionnement, si les arbres isolés et les lisières de haies mais également les bâtiments gîtes qui accueillent des Chiroptères ne sont pas éclairés, le projet n'aura pas ou peu d'impacts résiduels significatifs.

IV - Préconisations de réduction et impacts résiduels

A - En phase travaux

En cas d'abattage d'arbres, le risque de destruction de gîtes sylvestres et éventuellement de spécimens devra être confirmé ou infirmé par un contrôle préalable des boisements et arbres :

- En cas d'absence de gîte, aucun impact d'ordre réglementaire ne sera envisagé ;
- En cas de présence de gîte :
 - o En cas d'absence de Chiroptères, le projet n'évoque pas d'impact, au demeurant, les cavités pourraient être sécurisées pour éviter d'éventuelles occupations inattendues ;
 - o En cas de présence de Chiroptères, l'impact devra impliquer des mesures ERC qui peuvent être encadrées par un dossier de dérogation « espèces protégée ». En l'occurrence, les mesures intégreront la sécurisation des cavités avant tout travaux et l'engagement de mesures compensatoires comme la pose de gîtes artificiels sur des arbres ou des façades de bâtiments.

Tous travaux au sein de l'aire d'étude et qui concernent des bâtiments doivent être précédés d'une étape de contrôle de la présence de Chiroptères. Ce contrôle doit être réalisé au moins en période estivale mais aussi en période hivernale en cas de présence de pièces souterraines. Ainsi :

- En cas d'absence de Chiroptères, le projet n'évoque pas d'impact sur les spécimens ou les habitats ;
- En cas de présence de Chiroptères ou de trace de présence, l'impact brut sur les espèces et les habitats doit être envisagé. Il devra impliquer des mesures ERC, encadrée par un dossier de dérogation « espèces protégée », en l'occurrence la sécurisation des cavités avant tout travaux et l'engagement de mesures compensatoires comme la création de gîtes artificiels

L'application de ces mesures visera à atteindre l'absence d'impacts significatifs sur les Chiroptères et un risque faible de destruction d'espèces protégées.

B - En phase fonctionnement

Une étude⁸ a déterminé que les éclairages artificiels doivent être éloignés d'un minimum de 50 m des zones attractives pour les Chiroptères pour que les espèces lucifuges puissent les utiliser comme zones de chasse. Aussi, l'intrusion de lumières dans la végétation autour des zones éclairées ne doit pas dépasser 0.1 lux.

Si des éclairages sont mis en place, ils devront être placés à une distance de 50 m des lisières de haies et boisements.

De plus, la construction de routes devra limiter la destruction des haies et de boisement car ils forment un corridor écologique pour les Chiroptères.

L'application de ces mesures visera à atteindre l'absence d'impacts significatifs sur les Chiroptères.

⁷ Mariton, L., Kerbiriou, C., Bas, Y., Zanda, B. & Le Viol, I. (2022). Even low light pollution levels affect the spatial distribution and timing of activity of a "light tolerant" bat species. Environmental Pollution

⁸ Clémentine Azam. Impacts of light pollution on bat spatiotemporal dynamics in France : implications for outdoor lighting planning. Ecology, environment. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2016. English

TABLE DES ILLUSTRATIONS

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne.....	6
Tableau 2 : valeurs moyennes, maximales et minimales enregistrées durant les sessions	6
Tableau 3 : méthode d'évaluation du niveau de fréquentation	9
Tableau 4 : méthode d'évaluation du niveau d'enjeu chiroptérologique conservatoire	10
Tableau 5 : liste des espèces répertoriées sur l'aire d'étude de l'activité de Chiroptères et nombre de contacts par points et par session.....	11
Tableau 6 : nombre moyen d'espèces présentes par heure à l'échelle de l'aire d'étude, par point	12
Tableau 7 : nombre moyen d'espèces présentes par heure à l'échelle de l'aire d'étude, par habitat.....	12
Tableau 8 : contacts moyens par heure par point.....	13
Tableau 9 : contacts moyens par heure par habitat	13
Tableau 10 : contacts moyens pour chaque espèce, par heure par habitat (moyenne plus élevée surlignée)	14
Tableau 11 : tests statistiques utilisés pour comparer la densité par habitat pour les espèces possédant plus de 2 contacts	14
Tableau 12 : activité spécifique moyenne par nuit à l'échelle de l'aire d'étude.....	20
Tableau 13 : couverture moyenne par heure des points d'écoute par les Chiroptères	21
Tableau 14 : minutes des contacts les plus précocement enregistrés au crépuscule, jusqu'à une heure après le coucher du soleil	22
Tableau 15 : minutes des contacts les plus tardivement enregistrés en fin de nuit, depuis une heure avant le lever du soleil	22
Tableau 16 : évaluation des niveaux d'enjeux chiroptérologiques au sein de l'aire d'étude.....	23
Tableau 17 : statuts de protection et de conservation et leur niveau à l'échelle de la France et de la région.....	24
Tableau 18 : niveaux d'enjeux chiroptérologiques.....	24
Tableau 23 : tableau des valeurs référentes des niveaux d'activité des Chiroptères (2019-2022).....	29
Tableau 24 : tableau des valeurs référentes des niveaux de diversité des Chiroptères (2019-2022)	30
Tableau 25 : tableau des valeurs référentes des niveaux de diversité des Chiroptères (2019-2022)	31

INDEX DES GRAPHIQUES

Graph. 1 : évolution de la température au cours des sessions.....	6
Graph. 2 : répartition des proportions de contacts par espèce de Chiroptères.....	11
Graph. 3 : nombre d'espèces présentes par heure par point	12
Graph. 4 : nombre d'espèces présentes par heure par habitat.....	12
Graph. 5 : densité moyenne par heure par point.....	13
Graph. 6 : densité moyenne par heure par habitat	13
Graph. 7 : distribution du nombre de contacts par heure en fonction des habitats.....	14
Graph. 8 : distribution de mesures de l'activité par heure des Chiroptères	20
Graph. 9 : distribution de mesures de couverture de points d'écoute par heure.....	21
Graph. 10 : contacts en phase crépusculaire entre 30 minutes avant et 60 minutes après le coucher du soleil.....	22
Graph. 11 : contacts en phase crépusculaire entre 60 minutes avant et 20 minutes après le lever du soleil	22
Graph. 12 : densité de contacts par relevé et marquage des valeurs quantiles 25 et quantiles 75.....	29
Graph. 13 : densité des nombres d'espèces dans les relevés nocturnes.....	30
Graph. 14 : densité des nombres d'espèces dans les relevés nocturnes.....	31

INDEX DES CARTES

Carte 1 : localisation de l'aire d'étude.....	4
---	---

Carte 2 : localisation des points d'écoute et de l'aire d'étude sur vue aérienne.....	5
Carte 3 : indices ponctuels de diversité et de densité d'activité des Chiroptères	15
Carte 4 : : activité des Pipistrelloïdes par point.....	16
Carte 5 : activité des Nyctaloïdes par point.....	17
Carte 6 : activité des Myotis par point	18
Carte 7 : activité des autres espèces de Chiroptères par point.....	19
Carte 7 : plus de 6000 Batcorders sont utilisés en Europe et dans le monde	28
Carte 8 : localisation des secteurs d'utilisation des Batcorders en France par O-GEO.....	28
Carte 9 : cartographie des Chiroptères en France à partir des données Openobs de 2000 à 2023	30

INDEX DES PHOTOGRAPHIES

Photo. 1 : environnement immédiat au point 1 (Artélia, 23/05/2024).....	6
Photo. 2 : environnement immédiat au point 2 (Artélia, 23/05/2024).....	6

ANNEXE I – Référentiel O-GEO

I - Nécessité, constitution d'un référentiel

A - Équipements

Depuis son lancement en 2013, et avant par son fondateur, le bureau d'études O-GEO utilise l'une des premières technologies d'enregistrement de l'activité sur l'ensemble de la nuit : la technologie allemande de la société ecoObs⁹.

Elle se décline en différentes générations de Batcorders : batcorder 2.1, batcorder 3.0, batcorder 3.1 & Mini-batcorder. Si les premiers Batcorder visaient des inventaires sur plusieurs nuits et des inventaires à hauteur de nacelle d'éolienne, le Mini-batcorder s'est adapté aux relevés d'une nuit au sol.



Carte 8 : plus de 6000 Batcorders sont utilisés en Europe et dans le monde

Une fois paramétré, ce dernier est activé simplement par un bouton marche/arrêt. Associé à sa petite taille, cet instrument est discret et idéal pour les inventaires.

La technologie ecoObs intègre aussi des logiciels qui permettent d'organiser très efficacement et d'analyser l'ensemble des séquences de manière rapide.

C'est pourquoi, le bureau d'études O-GEO a maintenu l'utilisation de cette technologie.

1 - Objet du référentiel

La technologie ecoObs permet l'analyse de l'ensemble des séquences. Afin de limiter la perte de temps et d'espace mémoire occasionnés par des sons nocturnes parasites, en majorité par les Orthoptères, cette technologie filtre les ultrasons inférieurs à 14 kHz voire 16 kHz au besoin. Cette stratégie est adaptée à l'Allemagne et l'Europe de l'est non fréquentée par la Grande Noctule et le Molosse de Cestonii. En effet, tout ou une partie des émissions de ces deux espèces se situent sous les 14 kHz et peuvent ainsi parfois échapper aux inventaires. Pour cette raison, le bureau d'études O-GEO n'utilise la technologie d'ecoObs que pour la moitié nord de la France, en dehors des aires de répartitions principales des deux espèces. Depuis 2022, ecoObs teste des versions d'équipement à 10Khz mais seulement pour les études éoliennes.

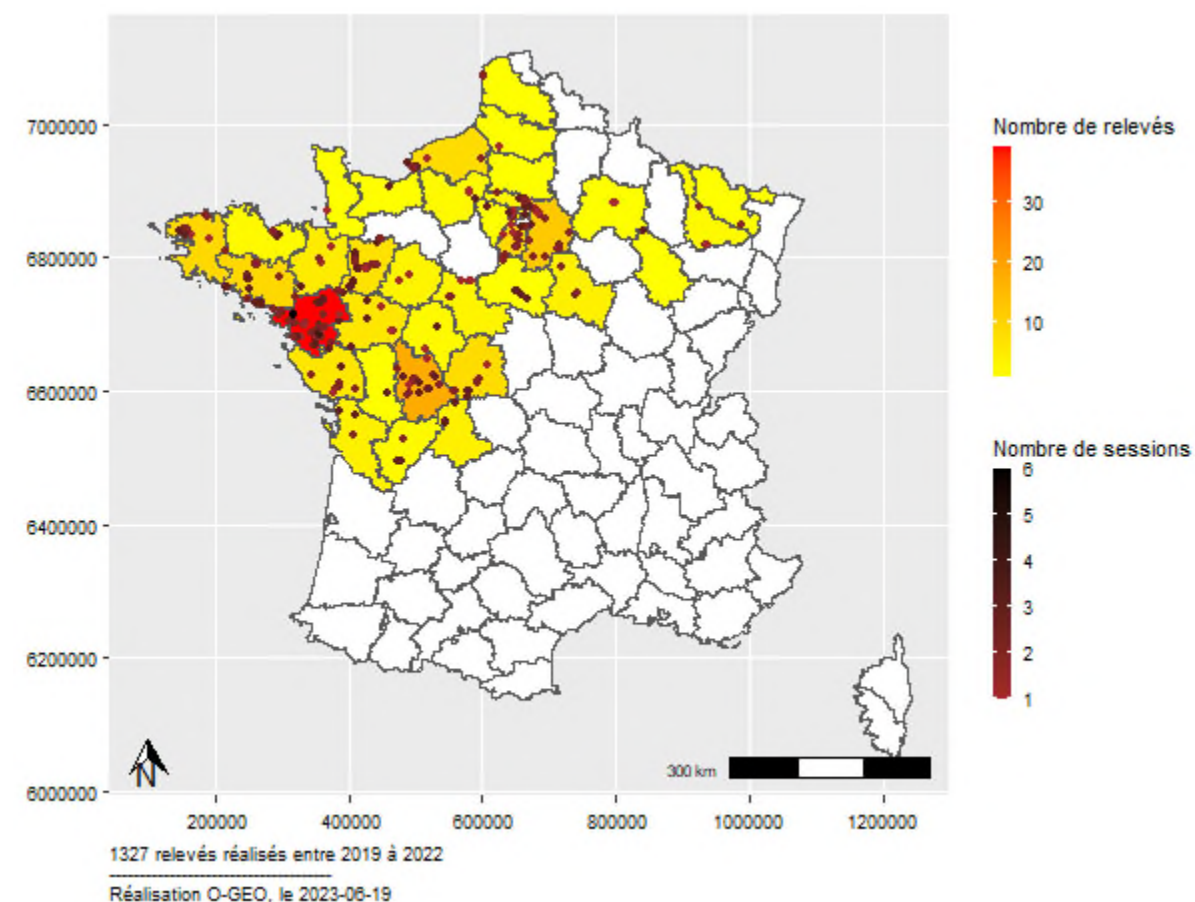
Par ailleurs, dans le même esprit de s'appuyer sur des séquences exploitables, le bureau d'études O-GEO suit les prescriptions de paramétrage du seuil de déclenchement des enregistrements à -36dB.

Le cadre technologique des Batcorders a été considéré comme réhibitoire par le Muséum National d'Histoire Naturel dans l'élaboration d'un référentiel d'activité national.

Dans ce contexte, le bureau d'études O-GEO a développé son propre référentiel d'activité pour toutes ses études utilisant la technologie ecoObs.

Les seuils apportés par ce référentiel permettront de décliner les niveaux d'activité de chaque espèce répertoriée dans les études au sol menées par O-GEO à l'aide de la technologie Batcorder.

⁹ <https://ecoobs.com/>



Carte 9 : localisation des secteurs d'utilisation des Batcorders en France par O-GEO

B - Méthodologie du référentiel

La méthodologie reprend celle utilisée par le MNHN¹⁰ et qui a permis d'élaborer un référentiel national.

Les valeurs en nombre de contacts par nuit (c/n) des quantiles 25 et 75 sont utilisées pour définir respectivement les seuils de niveau d'activité faible, moyen et fort.

De même, les valeurs en nombre d'espèces par nuit (e/n) des quantiles 25 et 75 sont utilisées pour définir respectivement les seuils de niveau diversité faible, moyen et fort. Ce travail est aussi mené pour les valeurs en nombre d'espèces par heure (e/h).

¹⁰ MNHN, 2020. Vigie Chiro – Référentiel d'activité. In <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/reference-scales-of-activity?lang=fr> (consulté le 19/06/2023)

II - LES RÉFÉRENTIELS

A - Densité spécifique

Les niveaux d'activité des espèces, déterminés par la méthode des quantiles, sont déclinés dans le tableau suivant (Tableau 19) et illustrés dans le graphique suivant (Graph. 12).

Espèce	Occurrences	Taux d'occurrences	moySiP	EtypSiP	quant25	quant75	quant98	Relevés
Pipistrelle commune	1305	0,983	484,4	970,9	35	462	3568,2	1327
Pipistrelle de Kuhl	1078	0,827	103,4	383,0	5	62	757,86	1304
Sérotine commune	581	0,438	33,7	125,3	3	19	373,4	1327
Barbastelle d'Europe	503	0,410	9,4	18,4	1	8	76	1227
Pipistrelle de Nathusius	471	0,355	26,4	165,4	1	10	186	1327
Noctule commune	448	0,355	30,8	80,7	3	24	258,3	1263
Oreillard gris	431	0,329	11,8	114,2	1	5	38,8	1309
Murin de Daubenton	412	0,310	60,2	285,6	1	6	834,92	1327
Murin à moustaches	404	0,304	12,4	35,3	1	8	112,94	1327
Noctule de Leisler	378	0,299	15,6	41,0	2	11	173,38	1263
Grand Murin	223	0,169	2,7	4,5	1	3	14	1323
Murin à oreilles échançrées	183	0,140	2,7	3,9	1	3	11,72	1309
Grand rhinolophe	157	0,120	3,9	10,2	1	2	34,4	1306
Murin de Natterer	136	0,103	3,4	7,6	1	3	19,5	1323
Petit rhinolophe	118	0,094	5,8	17,8	1	4	22	1260
Murin de Bechstein	87	0,066	4,0	7,6	1	3	30,76	1320
Oreillard roux	87	0,066	2,2	1,9	1	3	8	1324
Murin d'Alcathoe	41	0,031	3,9	13,1	1	2	25	1303
Pipistrelle pygmée	15	0,037	2,7	2,5	1	2,5	8,44	403
Rhinolophe euryale	13	0,029	1,6	1,0	1	2	3,76	450
Murin de Brandt	5	0,011	2,2	1,8	1	3	4,84	459

Relevés : relevés réalisés dans le territoire où l'espèce est déjà connue

moySiP : moyenne au sein des relevés où l'espèce est présente

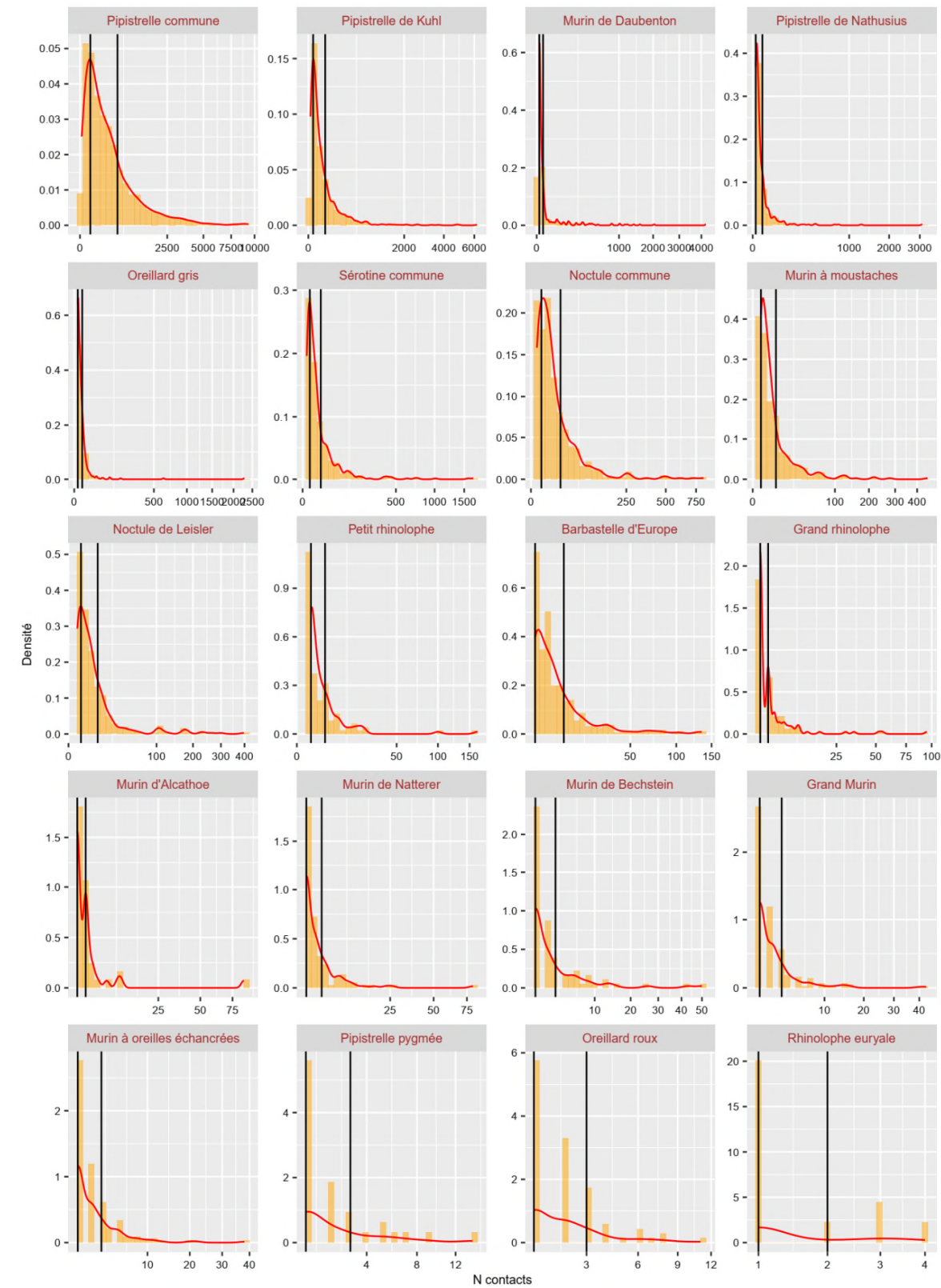
EtypSiP : écart-type au sein des relevés où l'espèce est présente

Si nombre de contacts par nuit < valeur au quantile 25, niveau d'activité faible

Si quantile 25 =< nombre de contacts par nuit < quantile 75, niveau d'activité moyen

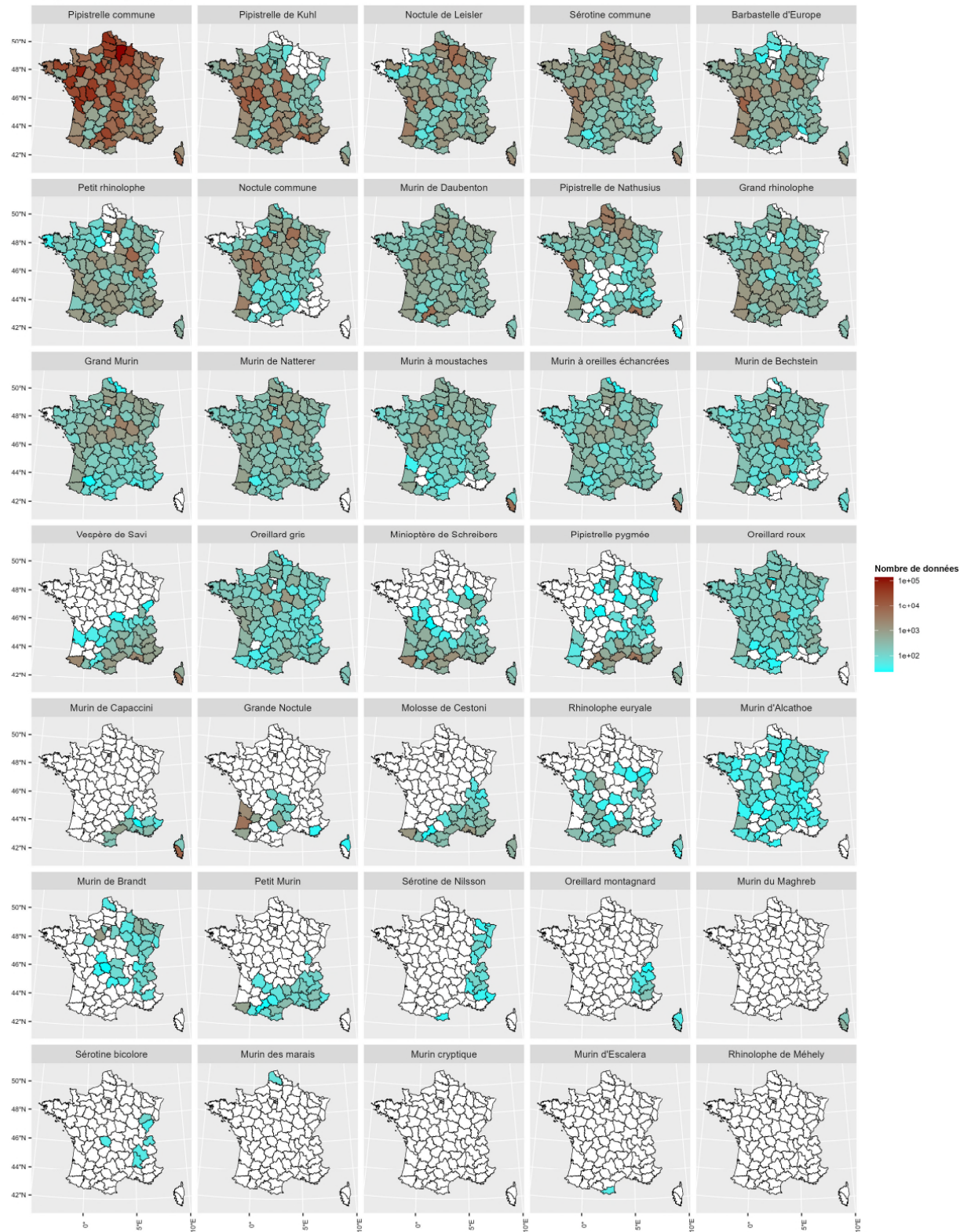
Si quantile 75 =< nombre de contacts par nuit, niveau d'activité fort

Tableau 19 : tableau des valeurs référentes des niveaux d'activité des Chiroptères (2019-2022)



Graph. 12 : densité de contacts par relevé et marquage des valeurs quantiles 25 et quantiles 75

Répartition des Chiroptères en France (2000-2022, source Openobs au 03/02/2023, 2090392 données)
Filtre à plus d'une donnée par an par département

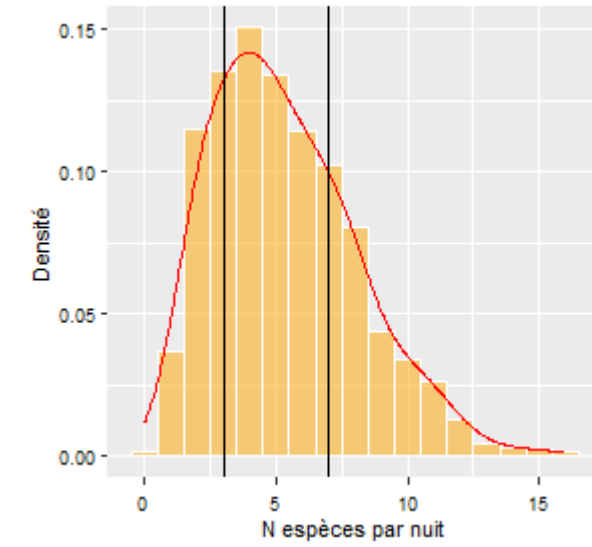


Carte 10 : cartographie des Chiroptères en France à partir des données Openobs de 2000 à 2023

B - Diversité par nuit

Le niveau de diversité par nuit (espèces par nuit (e/n)) est aussi déterminé à partir de la méthode des quantiles.

Ainsi, en-dessous de 3 e/n, la diversité est évaluée faible, entre 3 et 7 e/n moyenne et au-dessus de 7 e/n forte (Graph. 13, Tableau 20).



Graph. 13 : densité des nombres d'espèces dans les relevés nocturnes

N relevés	Moyenne	Écart-type	Quant25	Quant75	Quant98
1 327	5,33	2,75	3	7	12

Si nombre d'espèces par nuit < valeur au quantile 25, niveau de diversité faible

Si quantile 25 ≤ nombre d'espèces par nuit < quantile 75, niveau de diversité moyen

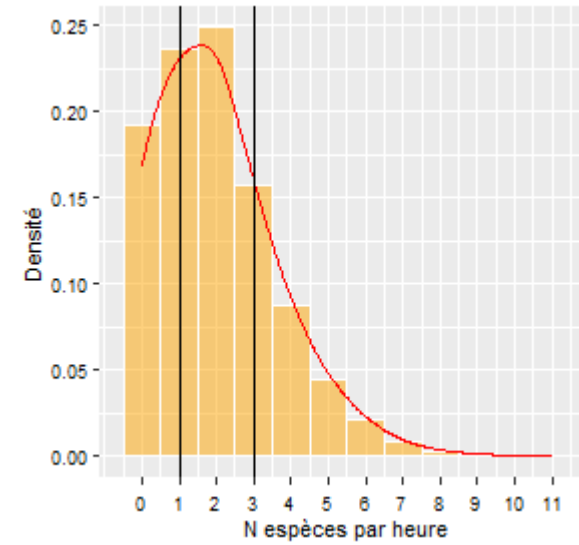
Si quantile 75 ≤ nombre d'espèces par nuit, niveau de diversité fort

Tableau 20 : tableau des valeurs référentes des niveaux de diversité des Chiroptères (2019-2022)

C - Diversité par heure

Afin de comparer les mesures effectuées en différents points d'une aire d'étude et en différents habitats, le niveau de diversité horaire est utilisé (unité espèce/heure (e/h)). Le niveau de diversité par nuit est aussi déterminé à partir de la méthode des quantiles. Pour cela, le référentiel exploite alors le nombre d'espèces répertoriées durant chaque heure sur chaque point des études menées par O-GEO.

Ainsi, en-dessous de 1 e/h, la diversité est évaluée faible, entre 1 et 3 e/h moyenne et au-dessus de 3 e/h forte (Graph. 14, Tableau 21). La moyenne dans le référentiel est de 1,6 e/h.



Graph. 14 : densité des nombres d'espèces dans les relevés nocturnes

N relevés	Moyenne	Écart-type	Quant25	Quant75	Quant98
11 575	2,00	1.63	1	3	6

Si nombre d'espèces par nuit < valeur au quantile 25, niveau de diversité faible

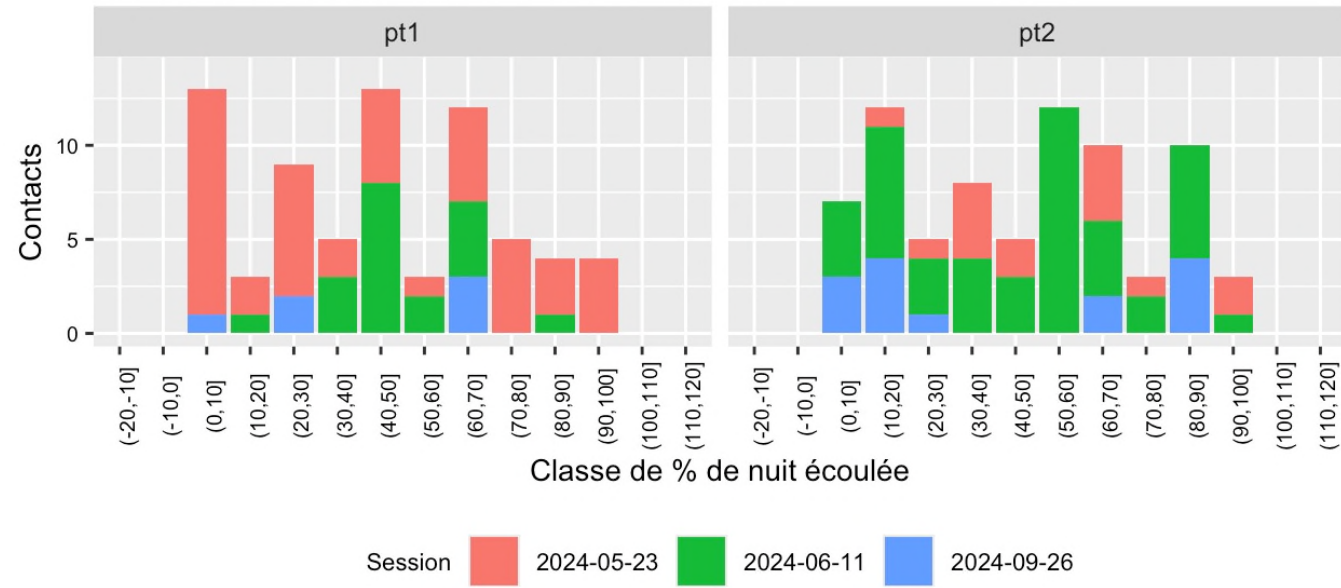
Si quantile 25 =< Si nombre d'espèces par nuit < quantile 75, niveau de diversité moyen

Si quantile 75 =< nombre d'espèces par nuit, niveau de diversité fort

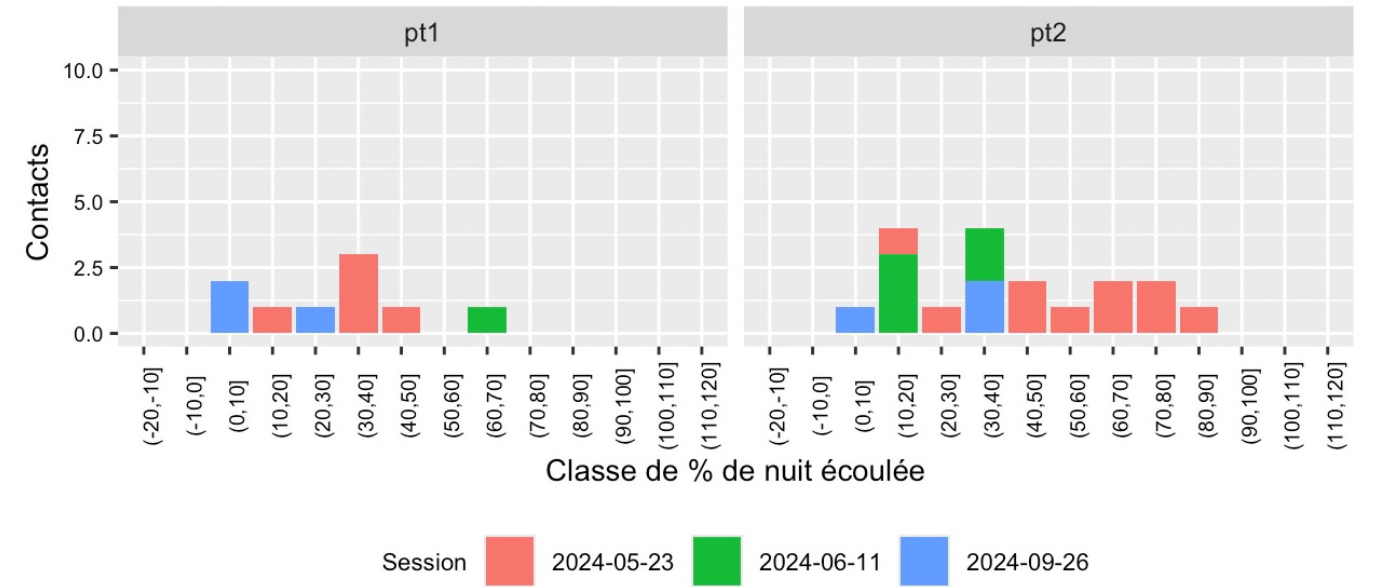
Tableau 21 : tableau des valeurs référentes des niveaux de diversité des Chiroptères (2019-2022)

ANNEXE II – Histogrammes d'activité nocturne

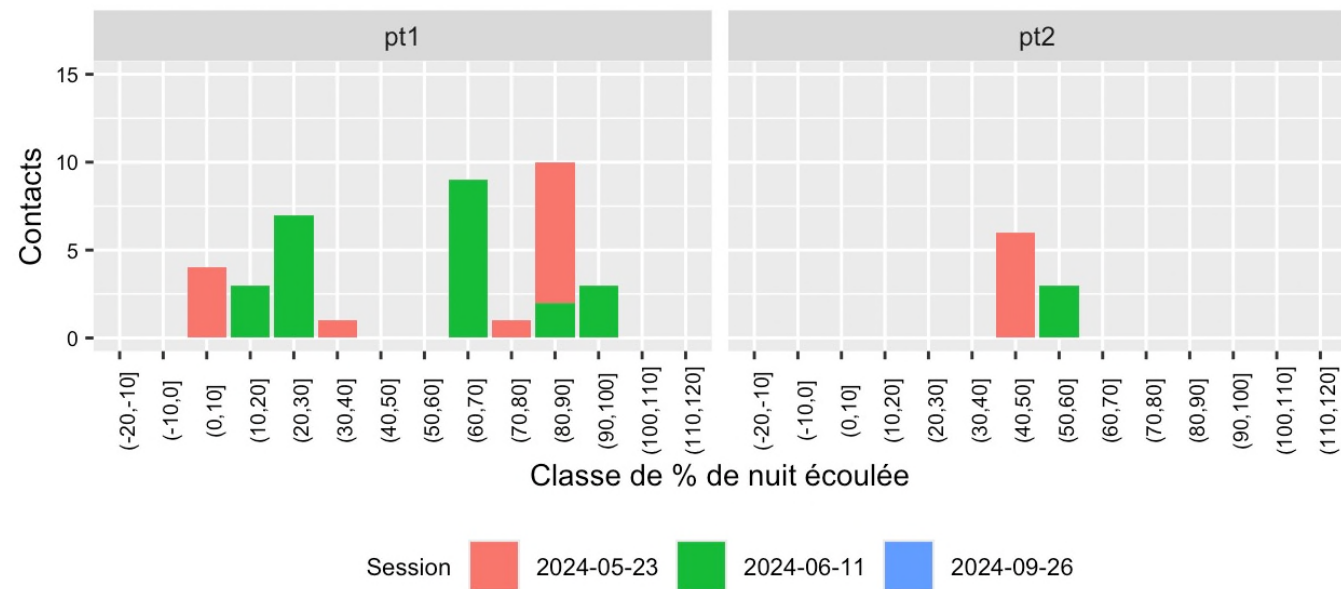
Activité mesurée - Pipistrelle commune



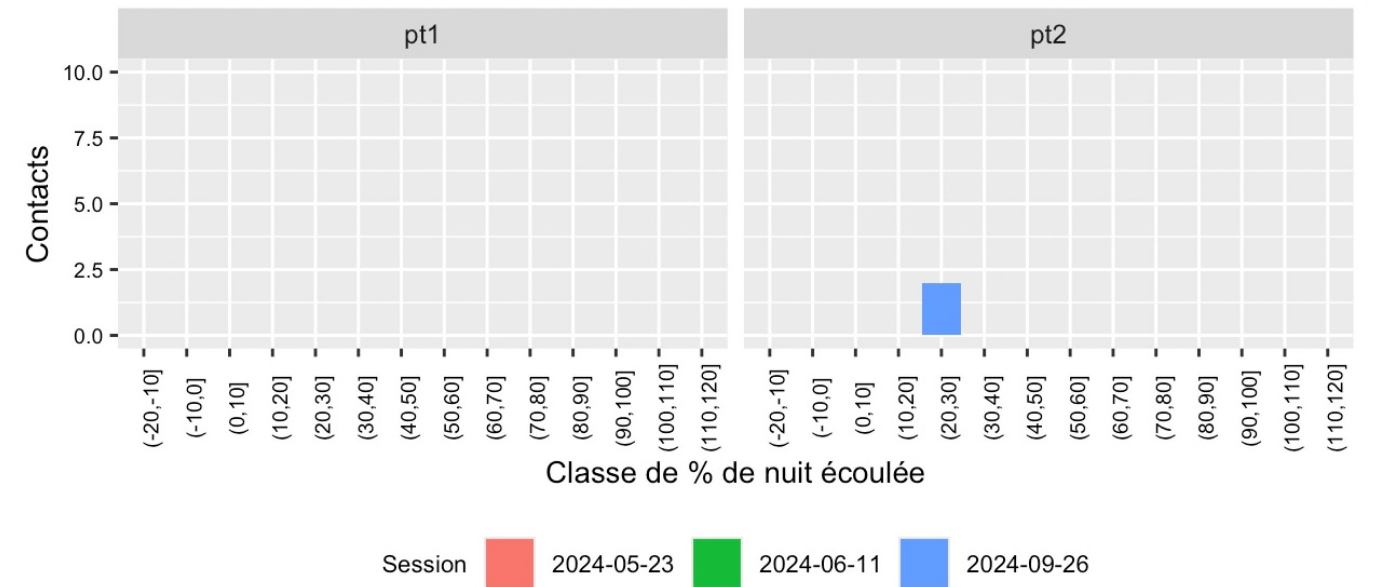
Activité mesurée - Pipistrelle de Kuhl



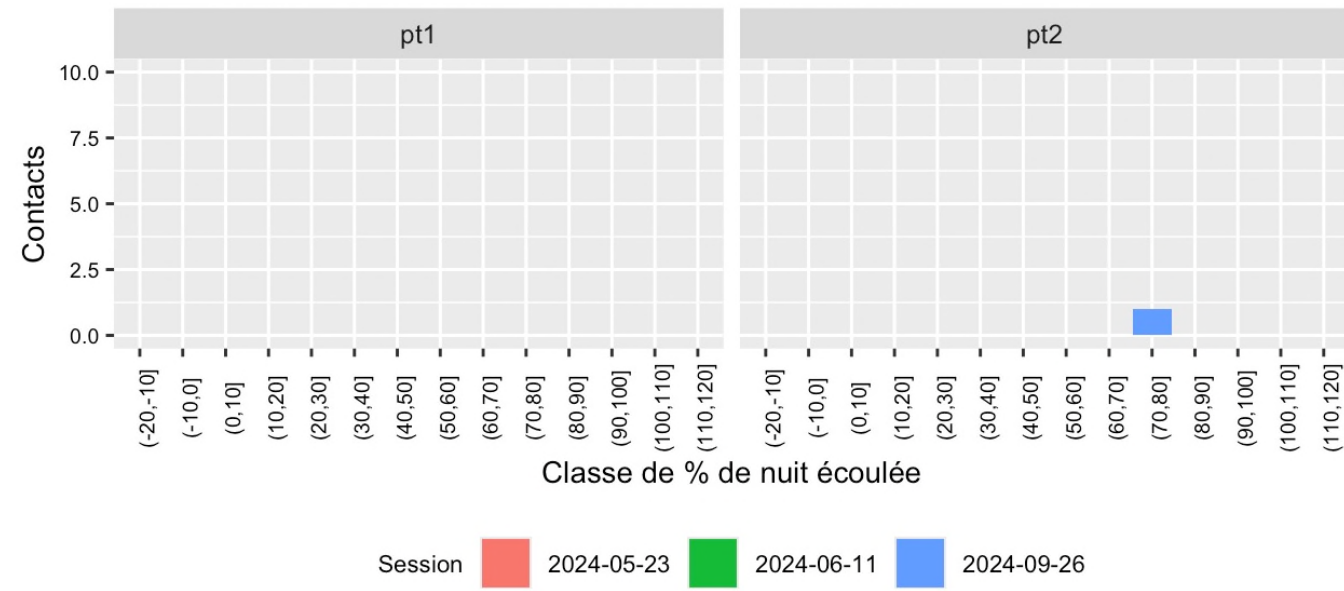
Activité mesurée - Noctule commune



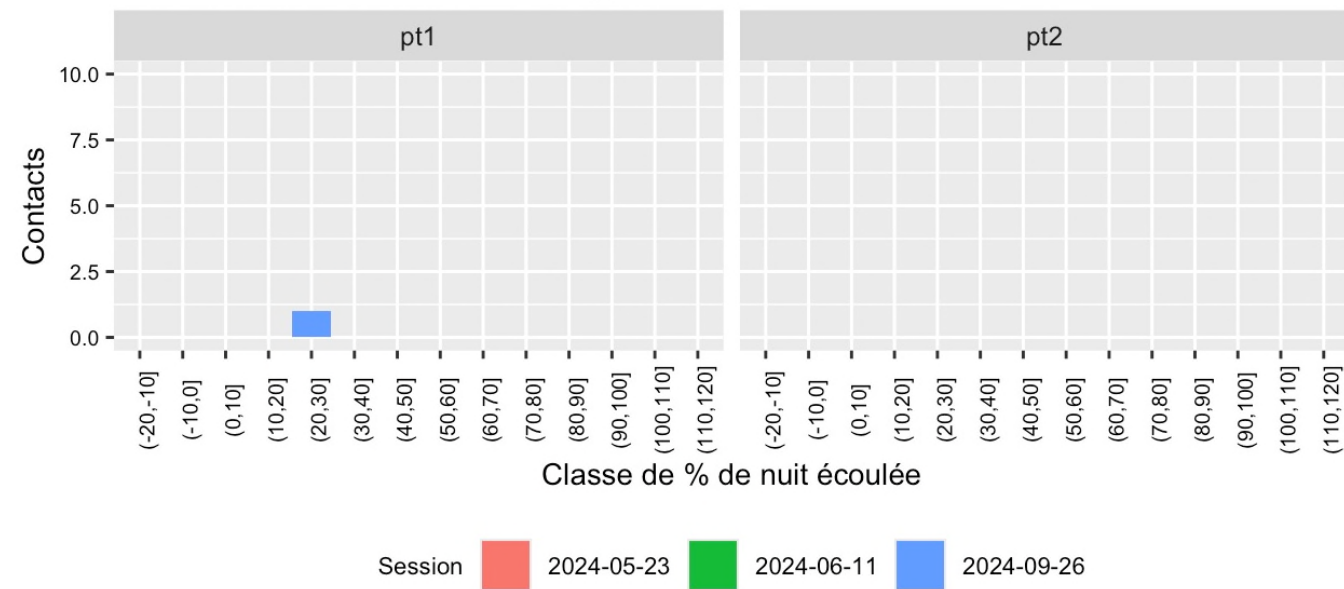
Activité mesurée - Sérotine commune



Activité mesurée - Murin à oreilles échanrées



Activité mesurée - Oreillard gris



Activité mesurée - Pipistrelle de Nathusius

