

les chiroptères du lac de Grand-Lieu



Mars 2021

Sébastien Reeber

Rapport d'étude sur les chiroptères du lac de Grand-Lieu en 2019 et 2020 : inventaire, statut des espèces et utilisation des différents habitats du lac.

La SNPN

Protéger la faune, la flore et les milieux naturels

La SNPN est une association scientifique qui se consacre à l'étude et à la protection de la nature, pour permettre aux écosystèmes et aux espèces d'exprimer le plus librement possible leurs potentialités. Elle s'intéresse aux écosystèmes, à leurs espèces et à la qualité de leurs interactions avec les êtres humains et leurs sociétés.

Fondée le 10 février 1854 et reconnue d'utilité publique depuis le 26 février 1855, la Société nationale de protection de la nature (SNPN) est la doyenne des associations de protection de la nature de France.

Les missions de la SNPN :

Libérer la nature des pressions anthropiques en conservant la diversité ainsi que les capacités fonctionnelles et évolutives des écosystèmes et en préservant les espèces.

Accompagner puis anticiper les changements environnementaux, écosystémiques et sociétaux.

Sortir de l'opposition homme/nature en favorisant et en popularisant une cohabitation avec des bénéfices mutuels et réciproques.

Citation : Reeber S. (2021). Les chiroptères du lac de Grand-Lieu. Rapport d'étude sur les chiroptères du lac de Grand-Lieu en 2019 et 2020 : inventaire, statut des espèces et utilisation des différents habitats du lac. SNPN, RNN lac de Grand-Lieu, 112 p.

Sommaire

A. Introduction et objectifs de l'étude	4
B. Méthode d'échantillonnage	5
B.1. Brève présentation du site	5
B.2. Matériel	8
B.3. Plan d'échantillonnage	8
C. Traitement et analyse des données	10
C.1. Formatage des données	10
C.2. Méthode d'analyse des pistes sonores.	10
C.3. Critères de détermination spécifique.	10
C.3.1. Sources bibliographiques	10
C.3.2. Structures et mesures des signaux.....	11
C.3.2.1. Mesures d'un son.....	11
C.3.2.2. Types de structure des sons.....	12
C.3.2.3. Approche visuelle.....	13
C.3.2.4. Approche auditive.....	15
C.3.3. Analyse des séries de signaux	15
C.3.3.1. Intervalles et récurrence.....	15
C.3.3.2. Changements de structure des sons.....	16
C.3.3.3. Alternance.....	17
C.3.3.4. Cris sociaux.....	18
C.3.4. Limites de la méthode d'identification	19
C.3.4.1 Pipistrelles.....	19
C.3.4.2. Noctules et Sérotine commune.....	21
C.3.4.3. Murins.....	23
C.4. Types de résultats obtenus	28
C.4.1. Temps de présence	28
C.4.2. Abondance.....	28
C.4.3. Activité	29
D. Présentation des résultats	30
D.1. Analyse globale.....	30
D.1.1. Diversité spécifique.....	30
D.1.2. Abondance des chiroptères	32
D.1.2.1. Temps de présence.....	32
D.1.2.2. Indices d'abondance.....	36
D.1.3. Intensité des activités de chasse.....	41
D.2. Valeur des habitats	44
D.2.1. Diversité spécifique	44
D.2.2. Temps de présence et abondance.....	45
D.2.3. Intensité des activités de chasse.....	47



D.2. Statuts des espèces.....	49
D.3.1. Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	49
D.3.2. Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>).....	50
D.3.3. Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>).....	57
D.3.4. Murin d'Alcathoe (<i>Myotis alcathoe</i>)	60
D.3.5. Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	62
D.3.6. Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	64
D.3.7. Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)	65
D.3.8. Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	66
D.3.9. Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	67
D.3.10. Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	70
D.3.11. Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>).....	75
D.3.12. Grande Noctule (<i>Nyctalus lasiopterus</i>).....	78
D.3.13. Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>).....	79
D.3.14. Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>).....	85
D.3.15. Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	91
D.3.16. Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	97
D.3.17. Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)	98
D.3.18. Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	100
D.3.19. Barbastelle d'Europe (<i>Barbastella barbastellus</i>)	103
E. Conclusion et perspectives.....	105
BIBLIOGRAPHIE.....	107
ANNEXE	
Localisation précise des points d'échantillonnage	108



A. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

De par leur mode de vie strictement nocturne, les chiroptères restent des espèces mal connues et difficiles à étudier. De fait, les informations dont nous disposons sur leur statut à Grand-Lieu ont longtemps été incomplètes voire sujettes à caution pour les plus anciennes... Les premiers écrits traitant localement de cette famille remontent à 1976 (MARION & MARION 1976) et rapportent nombre de faits étonnants, sans toutefois préciser la manière dont les observations et les déterminations spécifiques avaient été réalisées. Ainsi, les trois espèces de Rhinolophes sont citées, le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrum-equinum* étant même considéré comme le chiroptère le plus commun sur le lac, et le Petit Rhinolophe *R. hipposideros* étant donné comme commun. A l'inverse, le Murin de Daubenton y est considéré comme "très peu probable" à Grand-Lieu... Cette liste a ensuite été reprise dans le premier plan de gestion de la RNN (PAILLISSON & *al.* 2001).

Le plan de gestion suivant (SNPN 2009) proposa une liste actualisée des espèces présentes sur le site. Plusieurs sorties avaient été effectuées au début des années 2000 à l'aide de détecteurs d'ultrasons sur la partie centrale du lac, la levée ainsi que plusieurs secteurs des prés-marais de Saint-Lumine-de-Coutais. Quelques séances de capture au filet avaient également été conduites devant la Maison Guerlain. Nos connaissances des chiroptères se limitaient alors à une liste d'espèces contactées sur le site, sans réelle idée du statut de chacune d'entre elles.

Profitant des progrès constants dans les connaissances sur l'acoustique des chiroptères, ainsi que dans le matériel destiné à l'enregistrement des sons, la mise en place d'un protocole d'étude ambitieux a été inscrite au troisième plan de gestion de la réserve naturelle (GILLIER & REEBER 2018). Il s'agissait d'un plan d'échantillonnage basé sur l'utilisation d'un enregistreur en continu, capable de stocker les enregistrements sur des nuits entières, et donc de produire une masse de données beaucoup plus importante. C'est la concrétisation de ce projet qui est détaillée dans le présent document.

Nul doute que d'autres progrès interviendront dans le matériel d'acquisition des sons, et surtout dans les logiciels de traitement et d'interprétation des pistes sonores. En effet, une analyse manuelle est encore nécessaire aujourd'hui, ce qui rend ce type d'étude très chronophage. L'automatisation du traitement des données permettra certainement un jour de multiplier les sessions d'enregistrement, et donc d'en apprendre plus encore sur les chauves-souris du lac.



B. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

B.1. Brève présentation du site

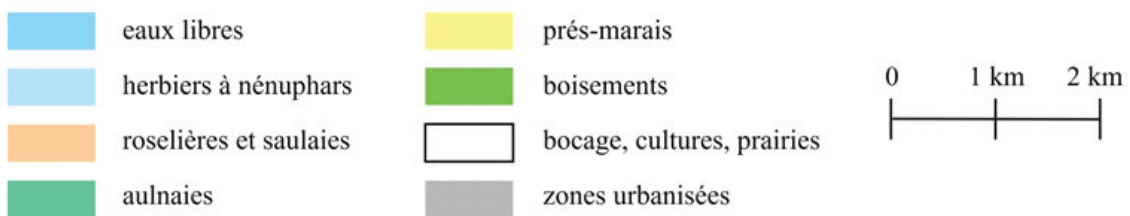
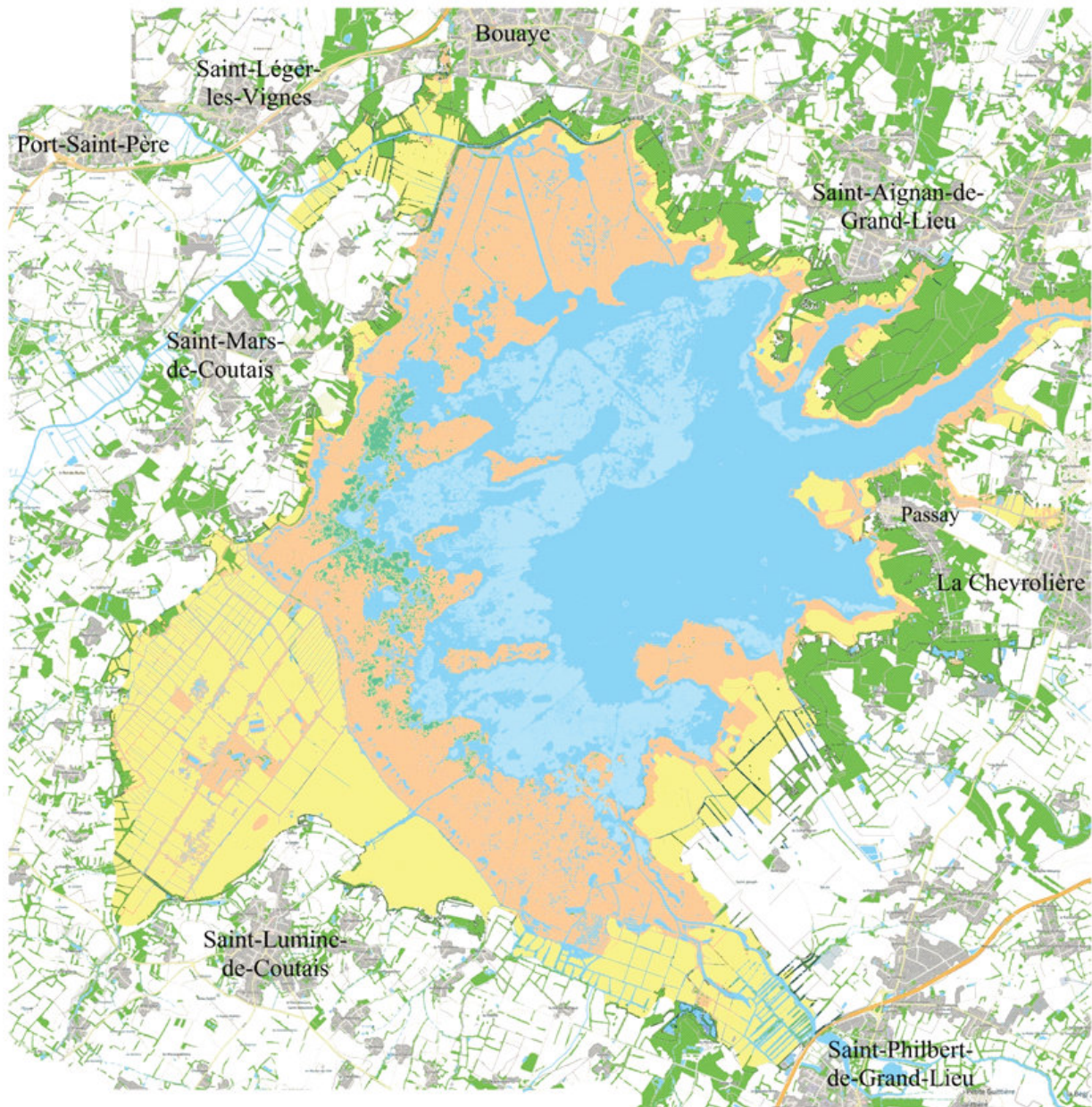
Situé à une quinzaine de kilomètres au sud-ouest de Nantes, en Loire-Atlantique, le lac de Grand-Lieu fait partie du grand ensemble de zones humides centre-atlantiques incluant également l'estuaire de la Loire, la Brière, le Marais Breton, le Marais de Goulaine ou encore la vallée de l'Erdre. Le bassin versant du lac de Grand-Lieu s'étend sur 830 kilomètres carrés, est drainé par deux rivières, la Boulogne et l'Ognon, les eaux du lac se déversant vers la Loire par l'Acheneau.

Le lac de Grand-Lieu en lui-même est constitué par une dépression naturelle très ancienne, aujourd'hui largement comblée de sédiments. Sa superficie par hautes eaux d'hiver s'étend sur 6300 hectares avec une profondeur maximale de l'ordre de trois mètres seulement. En été, seuls 2300 hectares restent en eau, pour une profondeur maximale de l'ordre de 1,5 mètres. Du point de vue des habitats, cette faible profondeur a permis à de larges ceintures végétales de s'implanter, principalement sous la côte occidentale à l'abri des vents, où se sont amassés les sédiments meubles (vase et tourbe). Principalement au sud-ouest du lac se trouvent les prés-marais, inondés en moyenne six mois par an et exploités pour la fauche et la pâture, et étendus sur près de 1600 hectares. Ailleurs, le pourtour du lac est occupé principalement par une alternance de parcelles de prairies fauchées et de boisements plus ou moins importants. Viennent ensuite les roselières boisées, qui comprennent en fait une grande variété d'habitats en mosaïque : étendues dominées par les iris, les carex, les *phalaris* ou les roseaux, saulaies ou aulnaies, le tout parsemé d'innombrables petits plans d'eau et douves, avec formation localement de tremblants de tourbières. La partie centrale du lac proprement dite, seule en eau l'été, s'étend sur environ 2300 hectares, dont 800 hectares d'herbiers flottants (nymphars, nénuphars, châtaignes d'eau et limnanthèmes). La gestion hydraulique a été artificialisée à partir des années 1960 avec la création du vannage de Bouaye et la prise de textes réglementaires fixant les cotes du lac.

La partie centrale du lac et une grande partie des roselières boisées sont protégées par deux réserves naturelles (nationale gérée par la SNPN et régionale gérée par la Fédération Départementale des Chasseurs de Loire-Atlantique) couvrant près de 3400 hectares. La globalité de la zone humide est inscrite en ZNIEFF, site Ramsar, Site Natura 2000 et comprise dans un Site classé au titre de la loi de 1930.

Pour plus d'information sur le lac, son fonctionnement écologique et son patrimoine naturel, on se référera au plan de gestion 2018-2027 (GILLIER & REEBER 2018).





carte 1 : carte des grands types d'habitats naturels du lac de Grand-Lieu





Herbiers à nénuphars



Aulnaies flottantes



Saulaies et cariçaies



Roselière à phragmites



Prés-marais fauchés



Bois riverain



B.2. Matériel

La totalité des enregistrements effectués dans le cadre de cette étude l'ont été avec un enregistreur de la marque Wildlife Acoustics, du modèle SM4. Les pré-réglages utilisés sont ceux proposés par le Muséum National d'Histoire Naturelle par le biais du protocole Vigie-Chiro, avec un déclenchement automatique une demi-heure avant le coucher du soleil et un arrêt une demi-heure après son lever. L'enregistreur se déclenche automatiquement dès que des ultrasons sont émis à proximité et se coupe dès la fin de l'émission. Il est accompagné d'un micro de type SMM-U2 placé au bout d'une perche à environ 5 mètres au-dessus du sol, ce qui permet de s'éloigner des sources d'émission d'ultrasons au sol, particulièrement des orthoptères. En effet, ces derniers peuvent s'avérer très bruyants, au point de masquer tous signaux sonores en provenance de chiroptères.



B.3. Plan d'échantillonnage

Étudier la diversité et l'abondance des chiroptères sur le lac suppose évidemment d'échantillonner les grands types d'habitats naturels et de disposer de suffisamment de temps d'enregistrement pour que les résultats puissent être considérés comme représentatifs. 25 points ont donc été désignés sur le centre du lac, à savoir le territoire couvert par les deux réserves naturelles. Ces 25 points ont fait l'objet d'au moins une nuit d'enregistrement en août-septembre 2019, puis au moins une autre nuit en mai-juin 2020. En effet, s'agissant d'habitats dont la configuration dépend fortement du niveau d'eau du lac, il était nécessaire de couvrir à la fois le début et la fin de la période d'intense activité des chiroptères. Afin d'avoir des éléments d'information directement comparables, 21 points supplémentaires ont été désignés sur le pourtour des deux réserves, dans et en dehors de la zone d'inondation du lac, là encore en essayant de couvrir les grands types d'habitats. Une nuit au moins d'enregistrement y a été effectuée en août-septembre 2020, afin d'être directement comparée à la campagne conduite sur les 25 points du centre du lac en 2019.

Tout en essayant de répartir au mieux les différents points sur l'ensemble de la zone d'étude, c'est-à-dire le lac et son pourtour proche, il s'est avéré nécessaire de tenir compte de différents critères lors du choix des points :

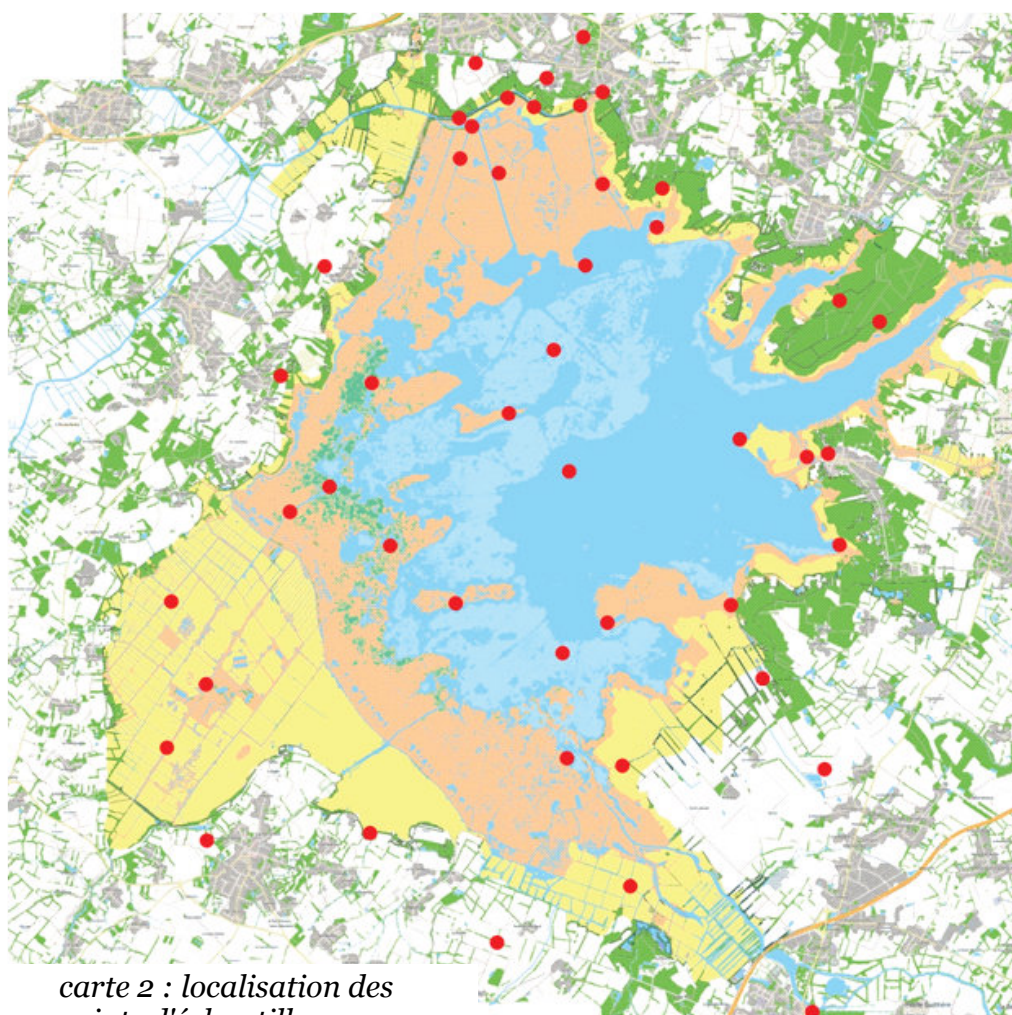
- Afin d'éviter les bruits parasites, le micro ne doit pas être positionné sous la voûte des arbres, ou au-dessus d'habitats favorables aux orthoptères (herbes hautes, petits buissons épars...). La situation la plus propice à des enregistrements exploitables s'est trouvée être des milieux relativement ouverts, le micro dépassant juste de la cime d'un gros buisson.



- Pour les points en dehors des réserves naturelles, et afin d'éviter la détérioration ou le vol du matériel, il a été nécessaire de placer l'appareil et la perche de façon la plus discrète possible.

- D'un point de vue météo, seules des nuits calmes et douces ont été choisies, c'est-à-dire sans vent ou presque, sans pluie, et avec des températures minimales supérieures à 10°C.

Dans un certain nombre de cas, notamment lorsque la météo s'est finalement avérée défavorable ou qu'il n'a pas été possible de relever l'appareil le lendemain de sa pose, plusieurs nuits consécutives d'enregistrement ont été faites sur le même point. C'est alors chronologiquement la première nuit favorable qui a été prise en compte dans cette étude. Toutefois, les enregistrements réalisés au cours de nuits supplémentaires ont été traités rapidement, de manière à détecter d'éventuels contacts avec des espèces peu fréquentes. Ces informations peuvent éventuellement être fournies dans les chapitres dédiés à ces espèces (section D3 du présent document), mais n'ont évidemment pas été prises en compte dans les différentes approches comparatives. Il en est de même des résultats obtenus dans le cadre de la participation au protocole national Vigie-Chiro, qui a été appliqué en 2019 et en 2020 sur 7 des 25 points de la partie centrale (une nuit d'enregistrement entre mi-juin et fin-juillet, une autre nuit entre mi-août et fin-septembre). Des cartes et un tableau en annexe de ce document précisent la localisation exacte de chaque point et les milieux naturels représentés.



carte 2 : localisation des points d'échantillonnage



C. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

C.1. Formatage des données

Chaque nuit d'enregistrement donne lieu, selon le niveau d'activité des chiroptères et la durée de la nuit, à une masse de fichiers sons comprise entre 10 et 30 Go. Ces fichiers bruts au format .wav doivent ensuite être traités informatiquement avant d'être exploités. En effet, chaque fichier est divisé en séquences de 5 secondes, et chacune de ces séquences subit ensuite une expansion de temps d'un facteur 10. Cette expansion facteur 10, qui est la plus généralement utilisée par les chiroptérologues, permet une observation beaucoup plus détaillée des sons, qui sont par nature très brefs chez les chauve-souris (entre 3 et 20 millisecondes en général). De la même manière, la fréquence est divisée par 10, de manière à rendre les sons audibles à l'oreille humaine. Chaque nuit d'enregistrement produit ainsi entre 3000 et 8000 fichiers sons traités, d'une durée allant jusqu'à 50 secondes chacun. C'est le logiciel *Kaleidoscope* qui a été utilisé pour ce traitement. Le total de 71 nuits d'enregistrement entrant dans ce protocole, plus 33 nuits effectuées dans le cadre du protocole Vigie-Chiros et autres nuits supplémentaires, représente 1,90 To de fichiers sons.

C.2. Méthode d'analyse des pistes sonores

Chacun des fichiers est ensuite analysé à l'aide de logiciels de visualisation des sonagrammes, à savoir les logiciels *Syrinx* et *Batsound*. Un premier coup d'œil sur le sonagramme permet d'abord de savoir si un ou plusieurs chiroptères se sont manifestés durant la période d'enregistrement de 5 secondes.

C.3. Critères de détermination spécifique

C.3.1. Sources bibliographiques

Les chiroptères émettent différents types d'ultrasons, que ce soit pour se déplacer en vol (écholocation), pour détecter et attraper les insectes en vol (chasse) et pour communiquer entre eux (cris sociaux). Ces différents types de vocalises et leurs caractéristiques sonores ont été traités dans la littérature, en particulier par M. Barataud (2015) sur la base d'un travail considérable qui sert aujourd'hui de référence. Cet auteur propose une méthode d'analyse des sons essentiellement basée sur une approche auditive et sur les mesures relevées sur sonagrammes. Cette méthode a largement été utilisée ici, complétée par une approche plus visuelle des représentations graphiques des sons, telle que proposée notamment par le réseau Vigie-Chiro, mis en place par le Muséum National d'Histoire Naturelle.

La connaissance des cris sociaux continue de progresser, tant leur variété et leur variabilité sont grandes, les publications ayant servi de base ici étant notamment celles de Pfalzer & Kusch (2003) et de Middleton & al. (2014).



C.3.2. Structures et mesures des signaux

Il n'est pas question de revenir ici en détail sur les différents aspects de l'analyse acoustique présentés par exemple par Tupinier (1996) ou Barataud (2015), auxquels on se référera. Le présent chapitre a uniquement pour objectif de rappeler un certain nombre de termes techniques utilisés dans ce document, sous forme de lexique.

C.3.2.1. Mesures d'un son

L'utilisation de la représentation graphique d'un son (sonagramme) permet d'en relever des mesures précises :

- fréquence terminale : fréquence (en kHz) la plus basse du son, qui dans la grande majorité des cas, constitue aussi la fin du son.
- fréquence initiale : fréquence (en kHz) la plus haute du son, qui dans la grande majorité des cas, constitue aussi le début du son.
- fréquence du maximum d'énergie : fréquence (en kHz) à laquelle l'énergie sonore est maximale.
- largeur de bande : différence entre la fréquence initiale et la fréquence terminale (en kHz).
- durée du sons (en ms)
- intervalle (en ms) : laps de temps écoulé entre le début (ou la fin) d'un signal et le début (ou la fin) du signal suivant.

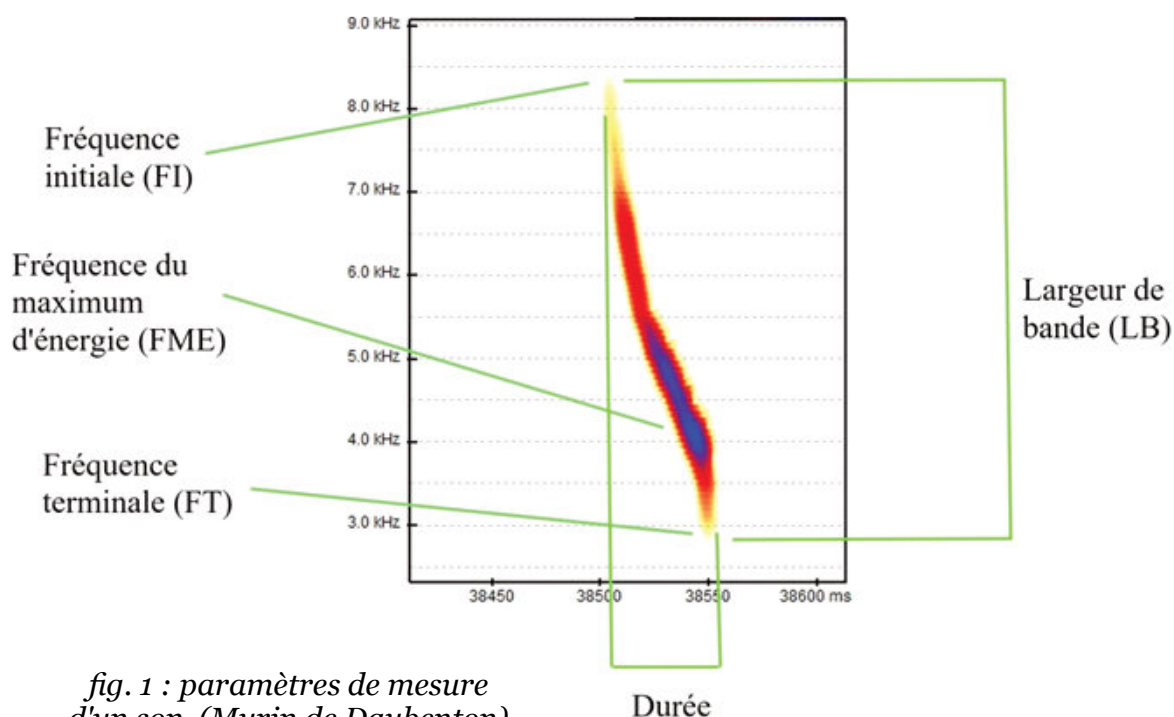


fig. 1 : paramètres de mesure d'un son (Murin de Daubenton)

Plusieurs de ces paramètres doivent être interprétés avec précaution. Les différentes fréquences varient en premier lieu au cours du déplacement de l'individu par rapport au micro, selon l'effet Doppler (fréquences plus basses lorsque l'individu s'éloigne). La fréquence initiale, la largeur de bande, et dans une moindre mesure, la fréquence terminale et la durée sont altérées par la qualité du signal, liée non seulement à la



distance de l'individu, mais aussi l'angle de sa trajectoire par rapport au micro. Enfin, avant d'effectuer une mesure, il est nécessaire de tenir compte des effets d'une éventuelle saturation (individu trop proche du micro).

C.3.2.2. Types de structure des sons

Les chiroptères présents dans la région émettent des sons qui peuvent être classés dans quatre types selon leur structure, ou autrement dit, la forme dessinée par le son sur le sonagramme :

- Type QFC (quasi fréquence constante) : Il s'agit des sons émis sur une largeur de bande maximale de 5 kHz. Au sein de chaque espèce, ils sont généralement plus longs et plus sonores que les autres sons émis.
- Type FM abrupte : A l'opposé des précédents, il s'agit de sons balayant une grande largeur de bande, débutant à des fréquences très élevées, parfois supérieures à 120 kHz. Ces sons ont généralement une durée faible et sont peu audibles.
- Type FM aplanie (ou FM/QFC) : Sont regroupés ici les sons généralement composés d'une première partie FM plus ou moins abrupte et se terminant avec une partie QFC. La transition entre les deux sections est parfois nette, et parfois très progressive.
- Type FC : Aussi appelé FM ascendante/FC/FM descendante, ces sons constituent l'apanage des Rhinolophes.
- Harmoniques : Il s'agit d'une réplique du son principal (appelé fondamental) à des fréquences plus élevées. Certaines espèces en sont spécialistes (Rhinolophes, Oreillard...). Les harmoniques émises à la source ne doivent pas être confondues avec les effets de la saturation liés à des sons émis très près du micro.

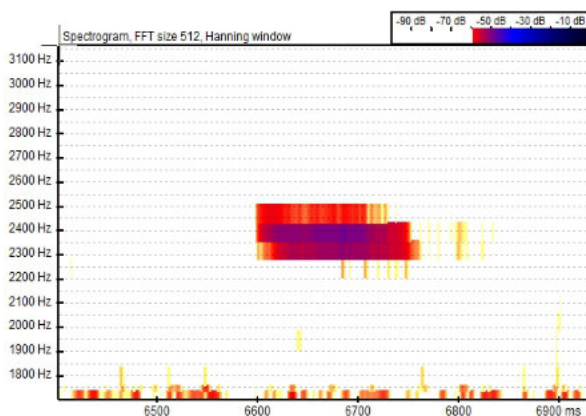


fig. 2 : exemple d'un son de type QFC
(Noctule de Leisler)

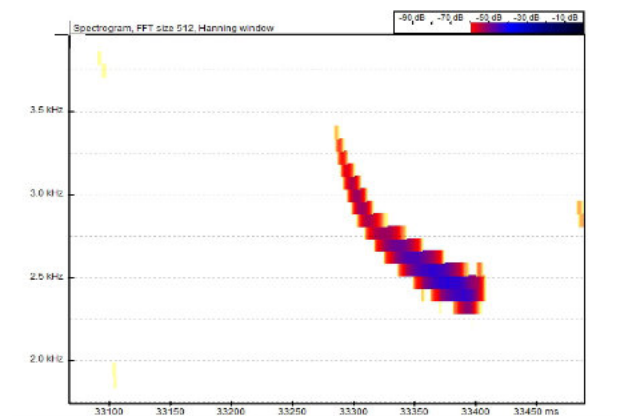


fig. 3 : exemple de son FM aplanie
(Noctule commune)



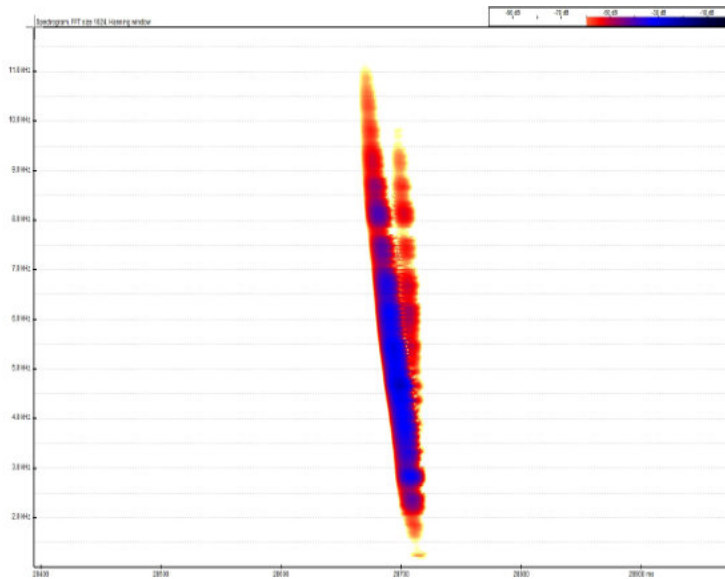


fig. 4 : exemple de son FM abrupte (Murin de Natterer)

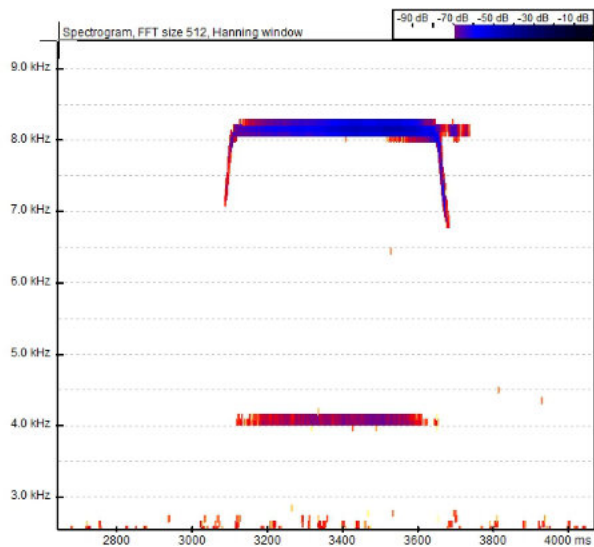


fig. 5 : exemple de son FC (Grand Rhinolophe)

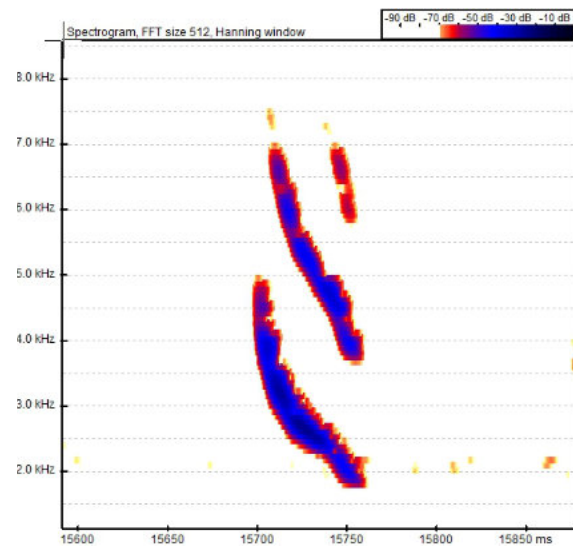


fig. 6 : exemple d'harmoniques (Oreillard roux)

C.3.2.3. Approche visuelle

Certaines caractéristiques d'un son intéressantes pour la détermination spécifique sont plus faciles à voir sur un sonagramme qu'à entendre. La répartition de l'énergie, par exemple, peut se faire selon des pics à plusieurs fréquences. C'est souvent le cas du Grand Murin ou du Murin de Natterer, avec deux ou trois pics de fréquences. Dans le cas du Murin de Daubenton, les sons montrent souvent un chapelet régulier de pics d'énergie. On parle alors de modulation d'amplitude sinusoïdale, un effet lié à la réverbération du son sur la surface de l'eau. Le Murin de Daubenton en est très régulièrement l'auteur, car il se déplace fréquemment au ras de l'eau lorsqu'il chasse, mais d'autres espèces peuvent la produire.



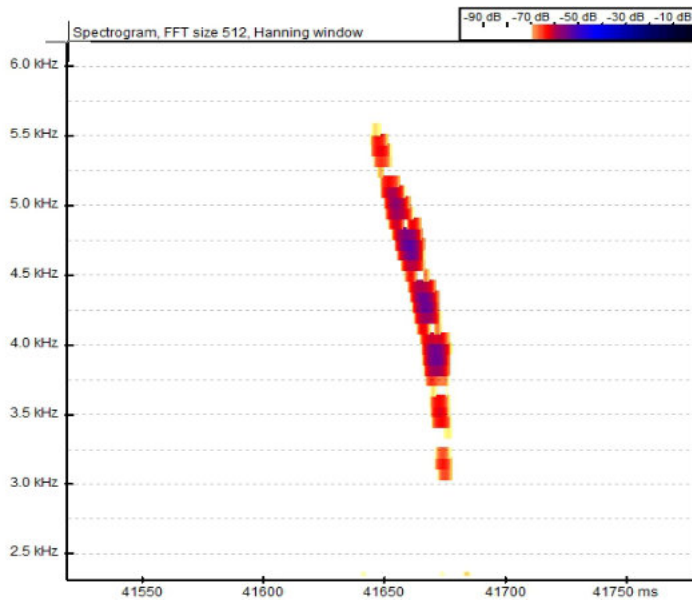


fig. 7 : exemple de modulation d'amplitude sinusoïdale (Murin de Daubenton). Noter les multiples pics d'énergie.

D'autres aspects visuels d'un son font appel au lexique suivant : cuisse (partie initiale, la plus abrupte), genou et talon (coudes marqués vers la gauche et la droite respectivement), plateau, bavure en fin de signal. Tous ces termes désignent autant de caractéristiques des sons qui peuvent être déterminantes dans l'identification spécifique.

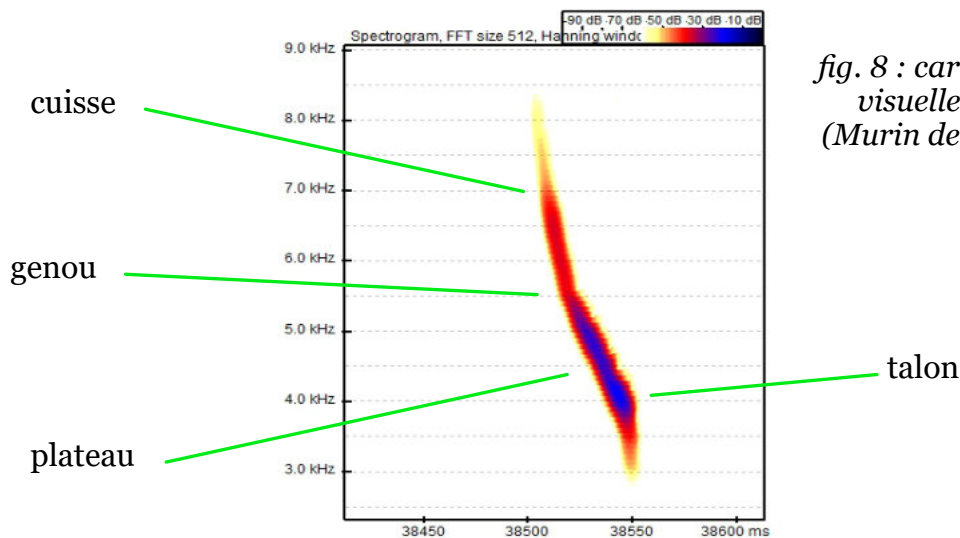
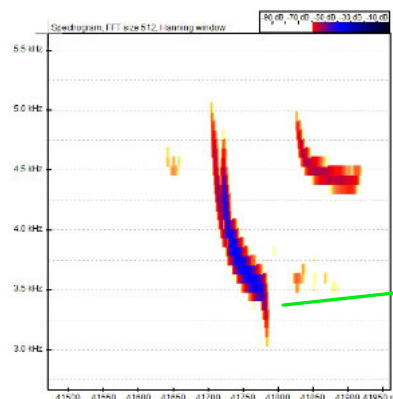


fig. 8 : caractéristiques visuelles d'un son (Murin de Daubenton)

fig. 9 : caractéristiques visuelles d'un son (Pipistrelle de Kuhl)



bavure en fin de signal



C.3.2.4. Approche auditive

La méthode de détermination spécifique proposée par BARATAUD (2015) comprend un volet basé sur l'analyse auditive de la répartition de l'énergie dans le signal sonore. Cette approche est particulièrement utile dans les tentatives d'identification spécifique au sein de groupes complexes, tels que les noctules/sérotines ou les murins. On s'attachera ainsi à détecter un pic d'énergie et, s'il est bien marqué, déterminer s'il se trouve en début ou en fin de signal. On pourra ainsi classer les sons en différentes catégories :

- amorce explosive : L'amorce du signal est marquée et franche. Les sons peuvent être transcrits en « Tib » ou « Tioub »
- claquement final : Le son se termine par un claquement sec tel que « dik » ou « dyak »
- amorce et claquement : Cette configuration se caractérise par la présence des deux pics précédents ou plutôt par un pic d'énergie très étendu sur la gamme de fréquence. Il est le propre du Murin de Brandt, normalement absent de nos régions.
- absence de pic : Aucun pic d'énergie net ne paraît décelable à l'oreille. On peut transcrire ces sons par « dyib » ou « diou ».

On se référera à BARATAUD pour une description détaillée de cette approche.

C.3.3. Analyse des séries de signaux

Les chapitres 3.2.1. à 3.2.5 traitent essentiellement des critères et méthodes utilisables pour l'identification spécifique de sons individuels. Il faut toutefois garder en mémoire que les informations qui en découlent ne sont souvent utiles que lorsqu'on compare des séries entières de sons attribuables à un seul et même individu, au cours de son passage à proximité du micro.

C.3.3.1. Intervalles et récurrence

La durée des intervalles entre signaux (en ms), ou son inverse, leur récurrence (en nombre de signaux par s) procure des informations importantes sur le type d'activité de la chauve-souris et secondairement sur la structure de l'habitat fréquenté.

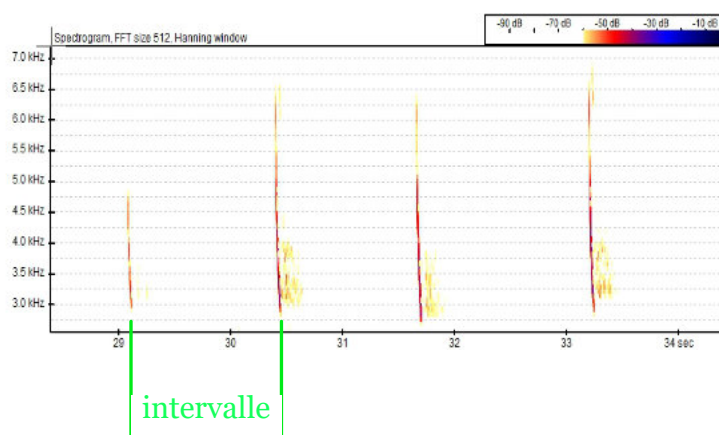


fig. 10 : mesure de l'intervalles (Sérotine commune)



C.3.3.2. Changements de structure des sons

En règle générale, plus le milieu est ouvert, plus les chiroptères auront tendance à utiliser des sons bas, longs, aplanis et à intervalles longs. En effet, les sons de ce type portent plus loin, ce qui est utile en milieu dégagé d'obstacles, où il n'est par ailleurs pas nécessaire de recourir à des émissions sonores fréquentes pour se localiser. A l'inverse, dans un habitat fermé et pourvu d'obstacles, les sons émis seront généralement plus courts, plus hauts, avec une largeur de bande plus forte et émis selon une récurrence plus élevée. La largeur de bande plus forte permettra d'acquérir des informations plus riches et diversifiées sur l'obstacle en approche (BARATAUD 2015), et la récurrence plus forte sera nécessaire afin d'ajuster au mieux le vol et la trajectoire dans un environnement complexe.

Des changements dans la structure des sons existent donc lorsque la chauve-souris interagit avec son habitat, et c'est aussi le cas lorsqu'elle chasse. Ainsi, un changement de structure ou de récurrence pourra indiquer la présence d'obstacles sur sa trajectoire, et/ou qu'elle tente de repérer ou d'attraper une proie. L'approche finale d'une proie se caractérise cependant par une série de sons FM très rapprochés les uns des autres, utiles là-encore pour ajuster au mieux le vol d'approche de la cible. On appelle cette série de sons un « buzz », caractéristique d'un mouvement de chasse, fructueux ou non.

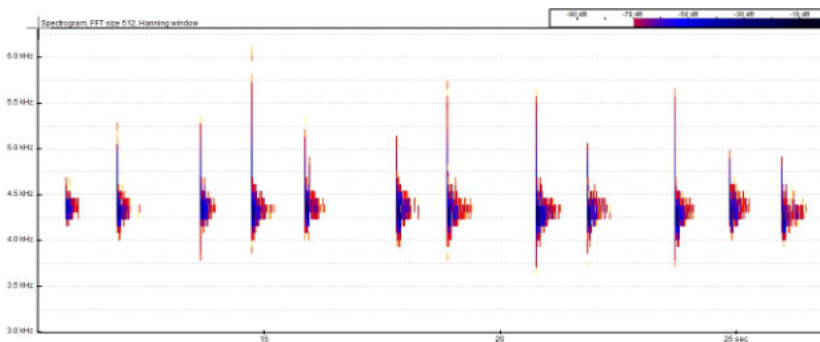


fig. 11 : séquence de sons en transit passif (Pipistrelle commune)

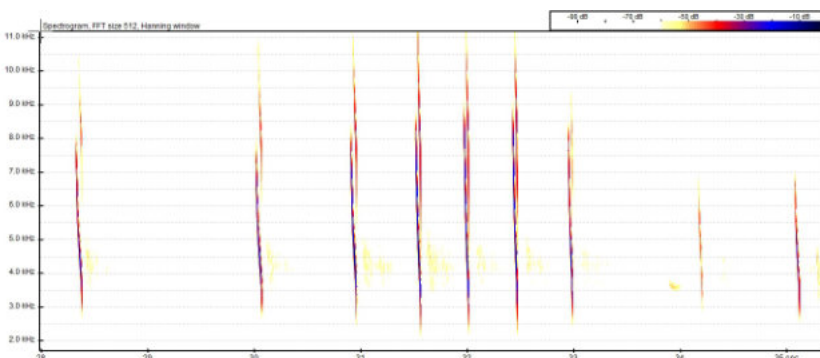


fig. 12 : séquence de sons en transit actif, avec obstacles ou proie (Murin de Daubenton)

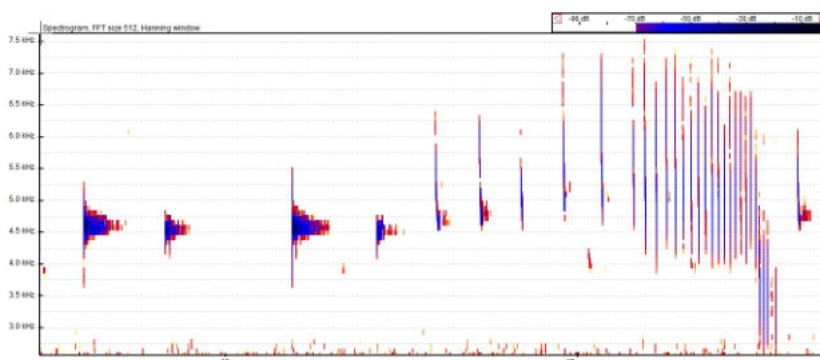


fig. 13 : séquence de sons en chasse avec « buzz » (Pipistrelle commune)



C.3.3.3. Alternance

Afin de bénéficier des informations différentes qu'apportent les sons QFC et les sons FM plus ou moins aplanie, plusieurs espèces les utilisent en les alternant, y compris en vol de transit ou de prospection passive. C'est typiquement le cas des noctules, ce qui permet bien souvent de les distinguer de la Sérotine commune par exemple.

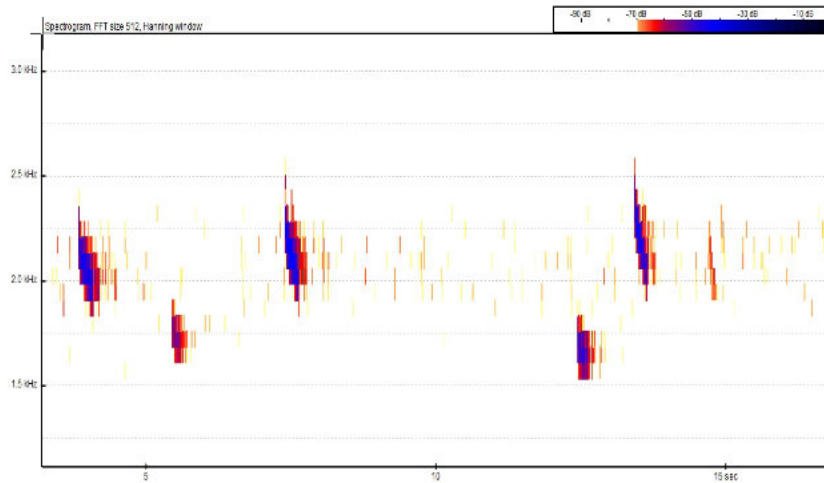


fig. 14 : séquence alternée de sons QFC bas et sons FM aplanie hauts (Noctule commune)

Un cas particulier doit aussi être relevé avec la Barbastelle d'Europe, qui produit en quasi permanence une alternance de sons de deux types différents, tous deux bien caractéristiques. Ce trait particulier serait une adaptation à la capture de lépidoptères tympanés (BARATAUD 2015), qui ont développé des comportements de fuite face aux phase d'approche classiques des autres espèces.

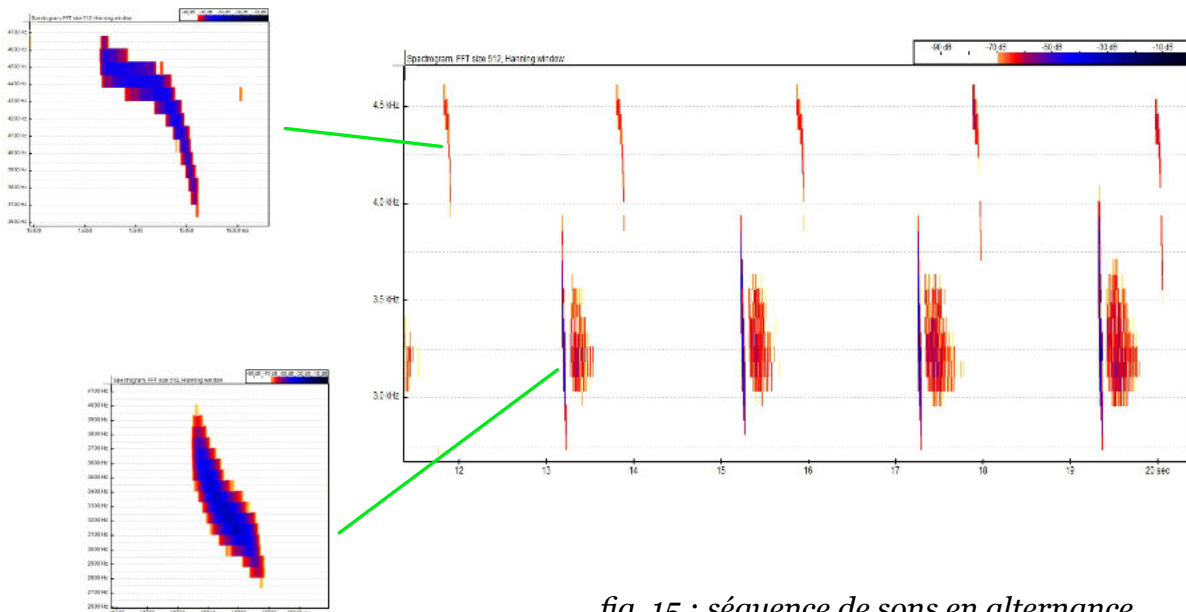


fig. 15 : séquence de sons en alternance (Barbastelle d'Europe)



C.3.3.4. Cris sociaux

En plus des vocalises sonar utilisées pour l'écholocation, que ce soit pour se repérer dans leur environnement ou pour capturer leurs proies, les chauve-souris émettent une multitude d'autres sons que l'on regroupe sous le terme de « cris sociaux ». Ces vocalises sont généralement beaucoup plus complexes et variables que les cris sonar, et ne sont pas encore complètement connues. Elles sont employées pour toutes sortes d'échanges d'informations entre individus de la même espèce : cris de contact, chants nuptiaux, cris d'alerte ou manifestations agonistiques.

Les cris sociaux sont émis beaucoup plus rarement que les cris sonar, certaines espèces ne les produisant quasiment qu'à proximité des gîtes diurnes. D'autres espèces les produisent plus fréquemment, en particulier lorsqu'elles sont nombreuses. Du point de vue de la détermination spécifique, ils apportent une aide précieuse, comme par exemple pour les pipistrelles, car beaucoup plus simples à identifier que certains cris sonar. Plusieurs références traitent en détail du sujet, notamment Pfalzer & Kusch (2003) et de Middleton & al. (2014)

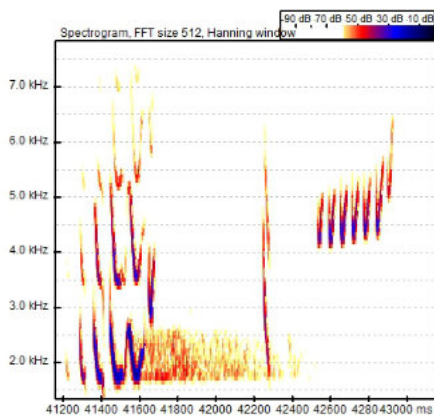


fig. 16 : Pipistrelle de Nathusius

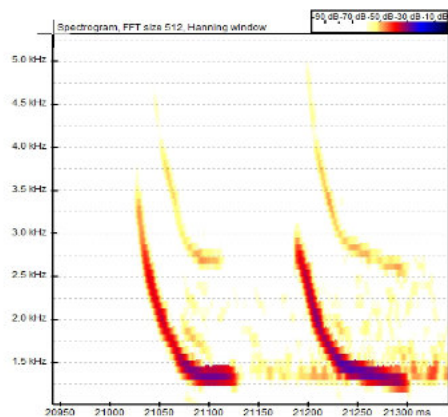


fig. 17 : Pipistrelle de Kuhl

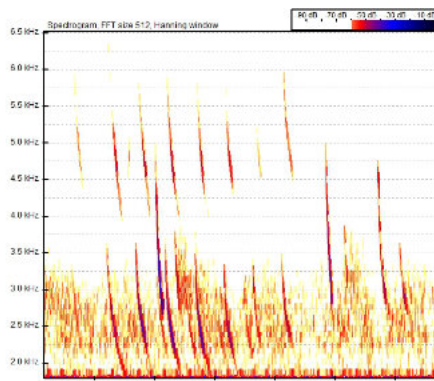


fig. 18 : Séroline commune

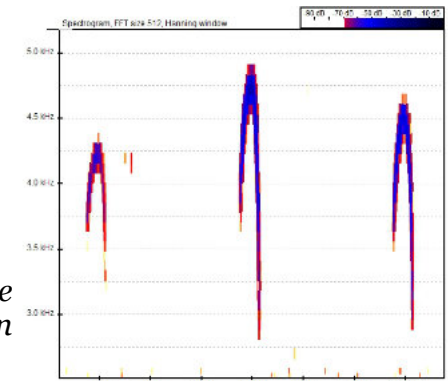


fig. 19 : Murin de Daubenton

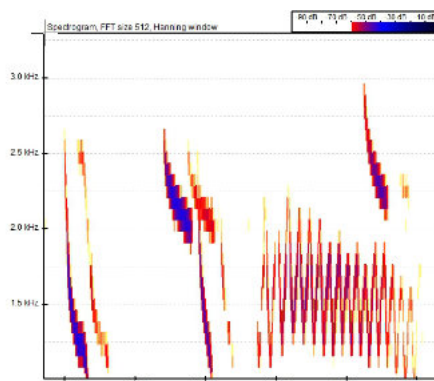


fig. 20 : Noctule commune

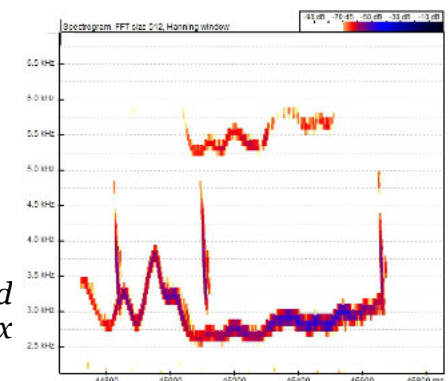


fig. 21 : Oreillard roux



C.3.4. Limites de la méthode d'identification

Malgré toutes les ressources disponibles sur la détermination acoustique des chiroptères, l'exercice reste délicat et demande à acquérir une expérience minimale préalablement à toute analyse d'enregistrements. Et même en étant rompu à l'exercice, un certain nombre de séquences ne pourront pas être déterminées au niveau spécifique. Dans la majorité des cas, il s'agit d'individus passant trop loin du micro et pour lesquels on ne dispose que de signaux trop faibles. Dans d'autres cas, les signaux sont de bonne qualité mais correspondent à ce que peuvent émettre deux espèces ou davantage. A vrai dire, seules deux espèces présentes dans la région sont d'identification très simple, la Barbastelle d'Europe et le Grand Rhinolophe, qui ne sont donc pas évoqués ici. Les chapitres C.3.3.1 à C.3.3.4. traitent en détail des différents groupes d'espèces posant problème et de la façon dont ils ont été traités.

En résumé, seuls les contact d'Oreillard non déterminés ont été pris en compte sous le nom d'Oreillard sp.. Les autres signaux non identifiés ont été systématiquement laissés de côté, vu le nombre beaucoup trop important de combinaisons possibles. Par ailleurs, le présent travail constituant un recensement relatif par échantillonnage, il était plus important de définir une méthode et de l'appliquer de manière constante, que de prendre en compte tous les signaux obtenus, même faibles.

C.3.4.1 Pipistrelles

Le premier groupe d'espèces relativement proches dans leurs vocalises sont les pipistrelles, qui dans la région compte les Pipistrelles commune, de Kuhl, de Nathusius et pygmée. Ces espèces émettent des sons le plus souvent en QFC ou en FM aplanie à des fréquences supérieures aux autres chiroptères émettant de tels sons. Quelques remarques générales quant à la distinction entre espèces au sein de ce groupe :

- Plus les signaux sonar émis sont proches de la QFC, plus ils sont faciles à identifier sur la base de la fréquence terminale ou du maximum d'énergie, même si ça reste parfois compliqué entre Pipistrelle de Kuhl et de Nathusius. Toutes les espèces peuvent émettre des sons FM abrupte, qui sont en revanche généralement inutiles pour l'identification.

- De forts recouvrements dans les fréquence sont signalés, en particulier entre les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius. Il s'avère cependant que lorsque les espèces sont présentes simultanément, elles semblent avoir tendance à resserrer la gamme de fréquences à laquelle elles émettent, rendant leur identification plus facile.

- Sur la base des nuits d'enregistrement réalisées à Grand-Lieu, les pipistrelles ont tendance à émettre des cris sociaux beaucoup plus fréquemment que les autres espèces. Cela est dû probablement au fait qu'elles sont capables, au moins pour la Pipistrelle de Nathusius, de gîter y compris dans des arbres de taille moyenne, donc y compris dans les roselières boisées et les prés-marais du lac, les cris sociaux étant toujours plus fréquents près des gîtes. C'est aussi sans doute lié au fait que les pipistrelles sont parmi les espèces les plus nombreuses, souvent présentes à raison de plusieurs individus au même moment et au même endroit, ce qui doit logiquement augmenter la fréquence des échanges d'information. Quoi qu'il en soit, les cris sociaux étant faciles à déterminer, ils se sont avérés d'une aide précieuse dans le cadre de ce travail.



Pipistrelle commune : La plus commune des chauve-souris dans la région, qui émet des sons QFC ou FM aplanie dont la fréquence terminale est généralement comprise entre 42 et 51 kHz (le plus souvent entre 46 et 50 kHz), ce qui exclue l'immense majorité des autres pipistrelles. Quelques individus émettant bas peuvent être confondus avec la Pipistrelle de Nathusius et d'autres émettant très haut évoquent la Pipistrelle pygmée (chevauchement peu fréquent toutefois, voir cette espèce). Des sons en FM abrupte peuvent évoquer des sons de murins (voir le chapitre C.3.3.3.).

Pipistrelle de Kuhl : Espèce très commune également, qui peut être confondue surtout avec la Pipistrelle de Nathusius, à laquelle on se référera. Les sons QFC ou FM aplanie de la pipistrelle de Kuhl montrent une FT le plus souvent comprise entre 34 et 38 kHz, parfois jusque vers 32 kHz. L'espèce se distingue par ses émissions le plus souvent en FM aplanie, assez rarement en QFC, beaucoup de sons montrant une « bavure » typique (voir fig. 9, p. 14). A noter aussi que ses vocalises sont manifestement plus puissantes que celles des autres pipistrelles. Enfin, les cris sociaux sont assez fréquents, et diagnostiques.

Pipistrelle de Nathusius : Espèce commune dont les fréquences d'émission se situent entre celles des deux espèces précédentes, en étant plus proches de celles de la Pipistrelle de Kuhl. Les émissions sonores de ces deux espèces sont même signalées comme étant en recouvrement complet, ce qui doit toutefois être nuancé par un phénomène d'adaptation local quant à leur « niche acoustique ». Comme mentionné par BARATAUD (2015), il s'avère en effet que dans leur zone de sympatrie, la Pipistrelle de Nathusius tend à émettre surtout à une FT comprise entre 38 et 40 kHz, tandis que la Pipistrelle de Kuhl se cantonne le plus souvent vers 34-37 kHz. Cette notion de niche acoustique est évidente lorsque les trois espèces de Pipistrelles sont présentes simultanément.

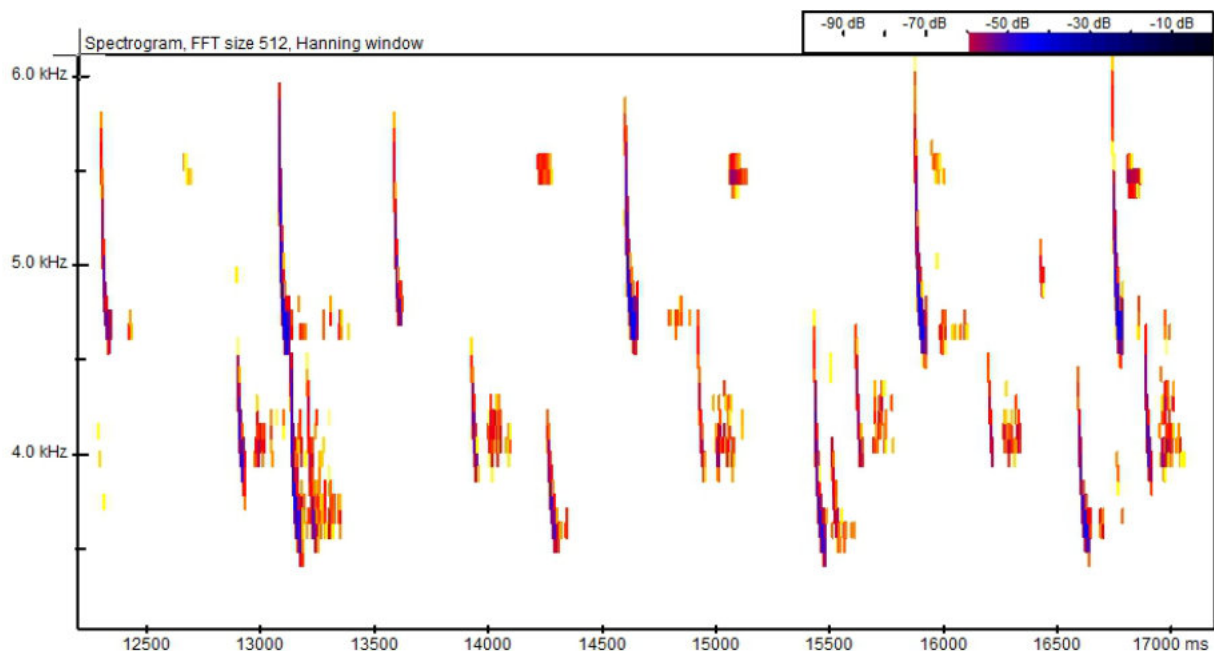


fig. 22 : Sonagramme montrant des sons FM aplanie de deux Pipistrelles de Kuhl, d'une Pipistrelle commune et des sons QFC d'une Pipistrelle pygmée (la Grève, 15 septembre 2020, 6h55'48")



En plus des critères de détermination liés aux fréquences à proprement parler, la distinction de la Pipistrelle de Nathusius est rendue assez facile par le fait qu'elle émet beaucoup plus fréquemment en QFC, y compris en chasse, que les deux autres espèces, alternant souvent QFC et FM aplanie dans ses séquences. Par ailleurs, il s'agit indéniablement (à Grand-Lieu du moins), de l'espèce de chiroptère émettant le plus souvent son cri social, qui est par ailleurs très typique. Tous ces éléments pris en compte, la détermination de l'espèce est généralement assez facile, même si certaines séquences courtes ou distantes, situées à des fréquences intermédiaires, peuvent être difficiles à attribuer spécifiquement.

Pipistrelle pygmée : Elle émet des sons QFC de façon fréquente, à des fréquences terminales élevées (52 à 56 kHz), ce qui est diagnostique. BARATAUD (2015) donne une gamme de fréquences terminales des QFC comprises entre 51 et 57 kHz. Sur la base du travail présenté ici, avec des dizaines de milliers de séquences de Pipistrelles communes analysées, il semble qu'il n'y ait pas réellement de zone de chevauchement entre les deux espèces. En effet, la Pipistrelle commune émet des QFC avec fréquence terminale jusqu'à 50 kHz (assez fréquent), 50.5 kHz (rare) ou 51 kHz (noté à quelques reprises seulement), tandis que les Pipistrelles pygmées émettent en moyenne à 53-54 kHz. A vrai dire, aucune pipistrelle n'a montré des signaux QFC avec fréquence terminale régulière comprise entre 51 et 52 kHz. Les éventuels individus émettant des sons uniquement FM n'ont pu en revanche être identifiés. La Pipistrelle commune est parfaitement capable d'émettre des sons FM avec une FT supérieure à 60 kHz, voire plus lors de séquences de sons FM abrupte émis à proximité du gîte. Toutes les données prises en compte ici se basent donc sur des séquences contenant au moins quelques sons QFC.

C.3.4.2. Noctules et Sérotine commune

D'autres difficultés concernent les espèces aux émissions sonar parmi les plus graves, à savoir la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune, groupe familièrement appelé « sérotules ». Ces espèces sont notoirement difficiles à distinguer, tout spécialement en milieu fermé, à proximité d'obstacles ou en chasse rapprochée. En effet, comme pour toutes les autres espèces, ces circonstances font que les sons émis sont plus hauts, plus courts et davantage en modulation de fréquence, avec un chevauchement interspécifique très fort dans les mesures. Fort heureusement, ces espèces émettent des sons puissants et audibles de loin (100 à 150 mètres), ce qui multiplie les chances de disposer d'au moins quelques sons plus aplanis, typiques des séquences de vol de transit ou de chasse passive (prospection) en milieu ouvert ou semi-ouvert. Plusieurs critères sont utilisés pour l'identification spécifique :

- Sons QFC : Les Noctules émettent très fréquemment des sons QFC, qui sont même la norme en vol de transit ou de prospection. La Sérotine commune n'en émet que de façon exceptionnelle, en vol d'altitude (BARATAUD 2015).

- Fréquence terminale : En ce qui concerne les sons QFC, la Noctule commune émet avec une fréquence terminale comprise entre 17 kHz (plusieurs séquences en dessous de 15 kHz enregistrées dans le cadre de ce travail) et 22 kHz. La Noctule de Leisler, quant à elle, émet avec une FT comprise entre 20.5 et 27 kHz. Il est assez fréquent de voir la Noctule commune émettre des sons QFC hauts lorsque plusieurs individus émettent ensemble. Il existe donc une faible zone de chevauchement entre les deux espèces. En ce qui concerne les sons FM aplanie, la FT se situe le plus souvent entre 21



et 27 kHz chez la Noctule commune, entre 24 et 28 kHz chez la Noctule de Leisler et entre 21 et 30 kHz chez la Sérotine commune. A puissance égale, les sons FM aplanie sont souvent plus hauts en fréquence du maximum d'énergie chez la Sérotine et la Noctule de Leisler que chez les Noctule commune, qui montre aussi une fréquence initiale souvent plus basse.

- Répartition de l'énergie : L'amorce des sons est généralement plus explosive chez les deux espèces de Noctules, ce qui s'entend lors de l'écoute et se voit aussi sur les sonagrammes, avec, chez la Sérotine, une amorce nettement plus fine et un pic d'énergie fort situé en fin de signal. Sur le plan visuel, les signaux de la Sérotine commune sont souvent plus régulièrement courbés, sans cassure nette.

- Durée : Utilisable surtout pour distinguer les sons QFC des deux noctules, puisqu'ils sont généralement longs de 7 à 16 ms chez la Noctule de Leisler et de 11 à 24 ms chez la Noctule commune. Malheureusement, les sons QFC les plus longs de la Noctule de Leisler sont aussi les plus bas en fréquence, et les sons QFC les plus courts de la Noctule commune sont aussi les plus hauts en fréquence, ce qui ne simplifie pas la distinction. Néanmoins, beaucoup de sons typiques de Noctule de Leisler durent 7-9 ms, ce qui semble diagnostique. Concernant les sons FM, la Sérotine montre l'originalité d'émettre à la fois des sons d'approche très courts (de 3 à 5 ms) ou très longs (plus de 17 ms, parfois jusqu'à 20 ms).

- Rythme : Même si ce n'est pas un critère diagnostique et dépendant fortement du type d'activité de l'individu, la Sérotine a tendance à montrer un rythme un peu plus rapide que celui des noctules.

- Alternance : En transit ou en prospection, les noctules ont la particularité de produire une alternance de sons de deux types, le premier QFC et à fréquence basse, et le second avec une largeur de bande et à une fréquence plus élevées. Même si ces différences sont légères (de l'ordre de 3 kHz entre les deux types pour la Noctule commune), elles sont néanmoins très utiles pour s'assurer qu'il s'agit bien d'une Noctule. A noter toutefois que la Noctule de Leisler émet fréquemment sans alternance.

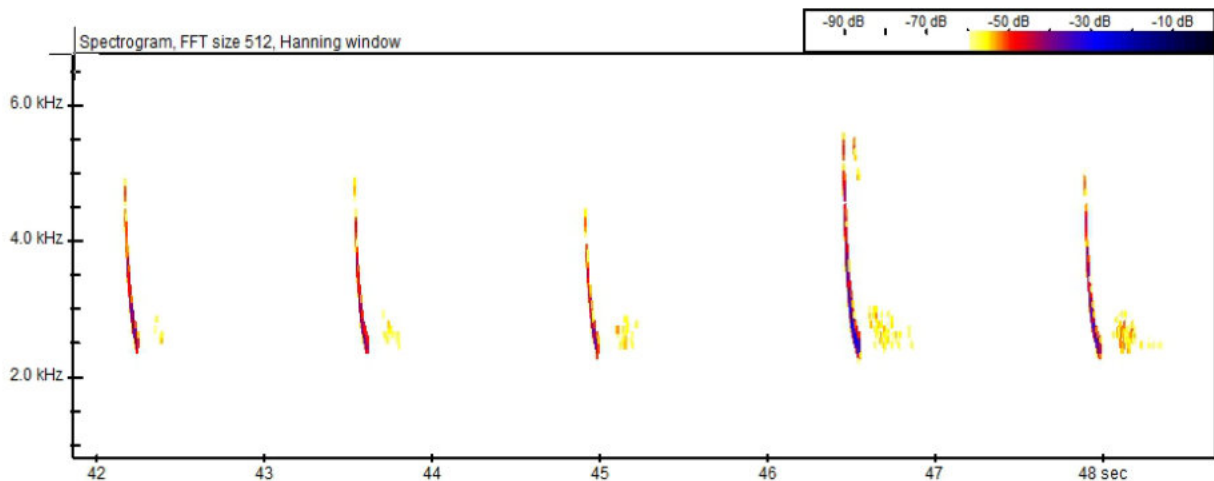


fig. 23 : Sons sonar de la Sérotine commune. Les intervalles sont réguliers et relativement courts, la fréquence terminale constante (pas d'alternance), l'amorce des sons est très progressive avec une fréquence initiale élevée et l'énergie est concentrée sur la fin du signal.



C.3.4.3. Murins

Que ce soit à l'oreille ou par une approche plus visuelle sur sonagramme, les murins *Myotis sp.* sont considérés à juste titre comme le groupe d'espèces au sein duquel l'identification spécifique est la plus complexe. Toutes les espèces émettent des sons en FM abrupte et chacune adapte légèrement ses vocalises en fonction des types de milieu et d'activité. Loin de leurs gîtes, la plupart des murins sont généralement avares en cris sociaux, ce qui ne contribue donc pas beaucoup à leur identification. Enfin, les murins émettent des sons parmi les moins audibles chez les chauve-souris, soit généralement à 5 à 10 mètres au maximum selon les espèces.

La méthode utilisée ici est celle proposée en détail par BARATAUD (2015), qui se base à la fois sur une analyse auditive et sur des mesures de signaux, tout en tenant compte de l'activité et de l'environnement des individus enregistrés. En complément, des informations tirées d'une approche plus visuelle (C.3.2.3) ont été utilisées pour l'identification. Ce chapitre s'attache à détailler, espèce par espèce, les critères utilisés dans cette étude.

Murin de Daubenton : L'espèce la plus commune à Grand-Lieu, qui recherche particulièrement les surfaces d'eau pour chasser. De fait, les signaux émis montrent beaucoup plus souvent une amplitude sinusoïdale (fig. 7, p. 14) liée à la réverbération des sons sur l'eau. L'espèce se caractérise par des sons avec une FT assez constante entre 25 et 30 kHz, une largeur de bande modérée (FI rarement au-dessus de 100 kHz) et un pic d'énergie le plus souvent situé vers 45 kHz. En vol de transit, les sons sont assez longs (souvent 5 à 7 ms) et montrent typiquement un talon marqué vers 40 kHz. Auditivement, l'espèce donne très souvent l'impression d'une « absence de pic », sans claquement final ni amorce explosive, ces deux configurations n'étant empruntées qu'en approche de proie ou en milieu fermé. Contrairement aux espèces émettant à des fréquences proches, la FT a tendance à augmenter avec l'allongement des sons (en milieu ouvert).

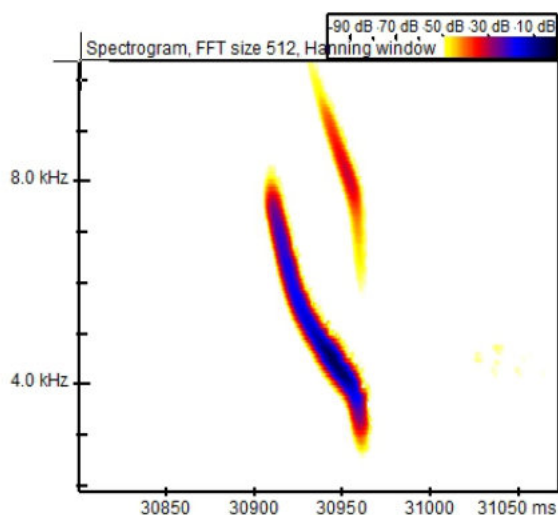


fig. 24 : Son sonar du Murin de Daubenton. Son en « absence de pic » utilisé en transit passif. Classiquement, la FI est assez basse, le pic d'énergie situé vers 45 kHz et le « talon » est marqué en 40 kHz.

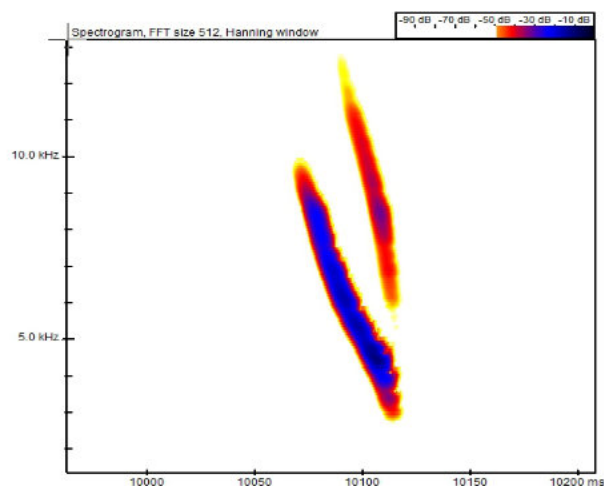


fig. 25 : Son sonar du Murin de Daubenton. Son en « claquement final » utilisé en approche ou près d'obstacles. La FT et la FI sont un peu plus hautes, et la durée un peu moindre.



Les sons les plus courts ou aigus du Murin de Daubenton évoquent le Murin à moustaches, tandis que ses sons les plus longs ou bas peuvent ressembler à ceux du Murin de Bechstein ou du Grand Murin.

Murin à moustaches : Cette espèce émet beaucoup plus souvent en amorce explosive, ce que fait rarement le Murin de Daubenton sur de longues périodes. A circonstances comparables, les sons sont généralement plus courts (quasiment jamais plus de 5 ms), la FI dépasse fréquemment 100 kHz, tandis que la FT et le maximum d'énergie sont souvent plus aigus. Lors de changements de rythme d'émission (passage du vol de transit à celui d'approche par exemple), la FT a tendance à être bien moins constante que chez le Murin de Daubenton, et aussi à diminuer avec l'allongement des sons. Enfin, visuellement, le genou et le talon sont souvent aussi marqués l'un que l'autre, et plus rapprochés que chez le Murin de Daubenton. Les sons les plus brefs peuvent aussi être confondus avec ceux du Murin d'Alcathoe, qui cependant émet souvent à des fréquences supérieures.

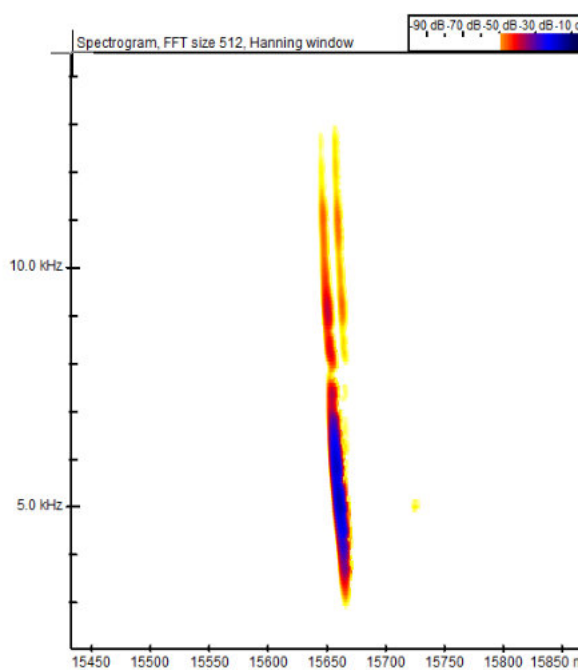


fig. 26 : Son sonar du Murin à moustaches. Son en « amorce explosive » utilisé en transit actif ou en approche. La FI est haute, le pic d'énergie situé vers 50 kHz, et souvent, le signal est coupé en deux

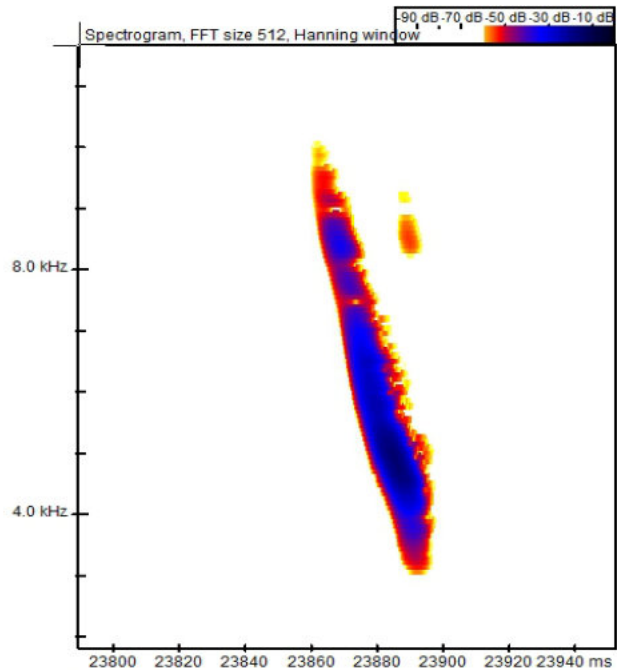


fig. 27 : Son sonar du Murin à moustaches. Son en « absence de pic » utilisé en transit passif et milieu ouvert. Le son reste court (4,5 ms) avec une FI plutôt élevée. Le genou et le talon sont proches et peu marqués.

Murin à oreilles échancrées : Cette espèce produit généralement des sons assez caractéristiques, même s'ils sont souvent ténus et peu audibles. Il s'agit de sons FM abrupte courts, avec une FT juste en-dessous de 40 kHz et un maximum d'énergie souvent situé au-dessus de 60 kHz. Visuellement, les sons de l'espèce ont la particularité d'être très droits, avec au mieux un léger talon. Contrairement au Murin d'Alcathoe, seule autre espèce qui émet uniquement au-dessus de 35-40 kHz, le rythme d'émission est souvent remarquablement irrégulier.



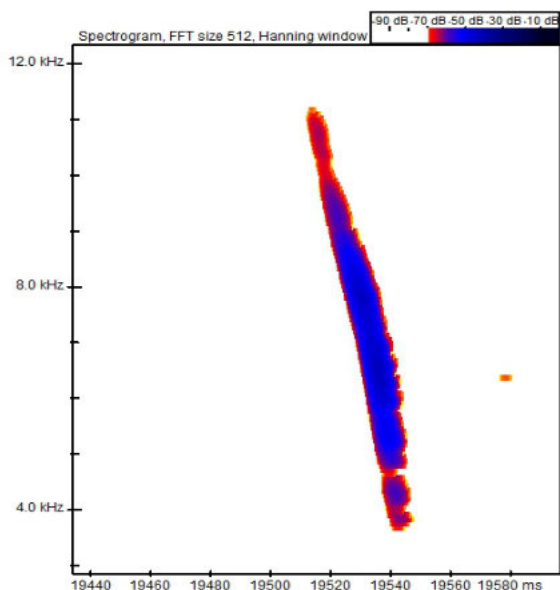


fig. 28 : Son sonar du Murin à oreilles échanrées

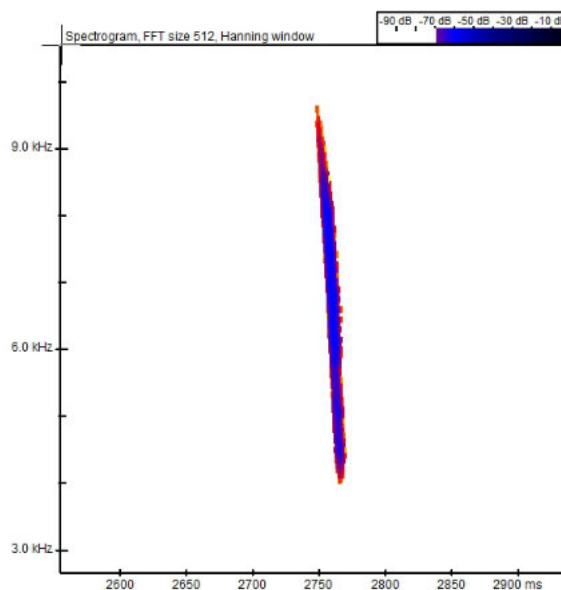


fig. 29 : Son sonar du Murin à oreilles échanrées

Murin d'Alcathoe: Comme l'espèce précédente, le Murin d'Alcathoe émet des sons peu audibles (distance de détection estimée à 5 mètres). Il s'agit du murin émettant les sons sonar les plus aigus, en amorce explosive, avec une FT le plus souvent supérieure à 40 kHz. La largeur de bande est en moyenne un peu moins forte que celle du Murin à oreilles échanrées, et contrairement à ce qui est le cas chez ce dernier, le pic d'énergie se situe souvent sous les 60 kHz. Sur le plan visuel, un genou et secondairement un talon sont souvent visibles, surtout sur les sons les plus longs (qui restent courts par rapport aux autres espèces, de 1 à 4 ms), et le pic d'énergie plus nettement situé en fin de signal. Enfin, le rythme d'émission est souvent beaucoup plus régulier.

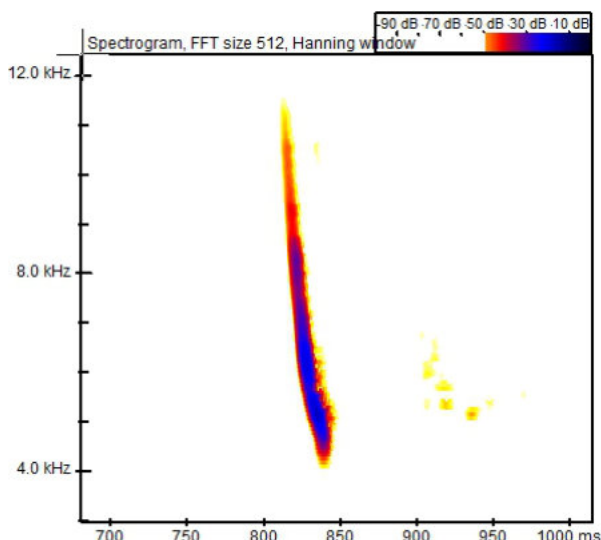


fig. 30 : Son sonar du Murin d'Alcathoe en transit actif

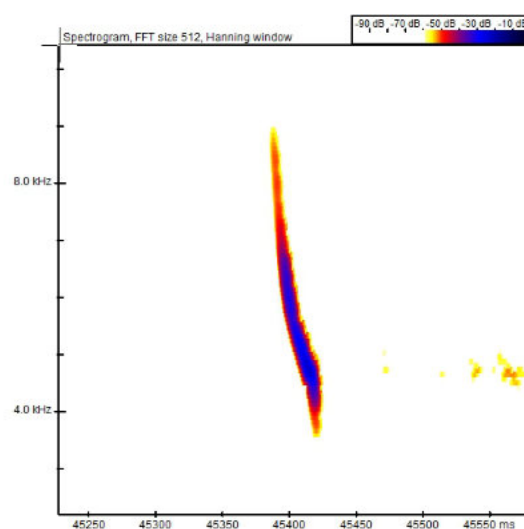


fig. 31 : Son sonar du Murin d'Alcathoe en transit passif, milieu ouvert



Murin de Bechstein : Cette espèce est réputée pouvoir chasser fréquemment sans pratiquer l'écholocation, passant ainsi inaperçue. Il s'agit sans doute aussi du murin le plus variable dans ses vocalises sonar, puisqu'il peut émettre, en transit passif et milieu ouvert, des sons bas (avec une FT aux alentours de 20 kHz) et très longs (jusqu'à 13 ms), alors qu'en approche ou en milieu fermé, les sons se raccourcissent beaucoup (jusqu'à 2 ms) et montent en fréquence (FT vers 35 kHz, maximum d'énergie vers 60 kHz). Dans le premier cas, ses vocalises peuvent être confondues avec celles du Murin de Daubenton ou du Grand Murin, alors que dans le second, elles peuvent être très proches de celles du Murin à oreilles échancrées. Les changements de rythme peuvent donc être visuellement forts.

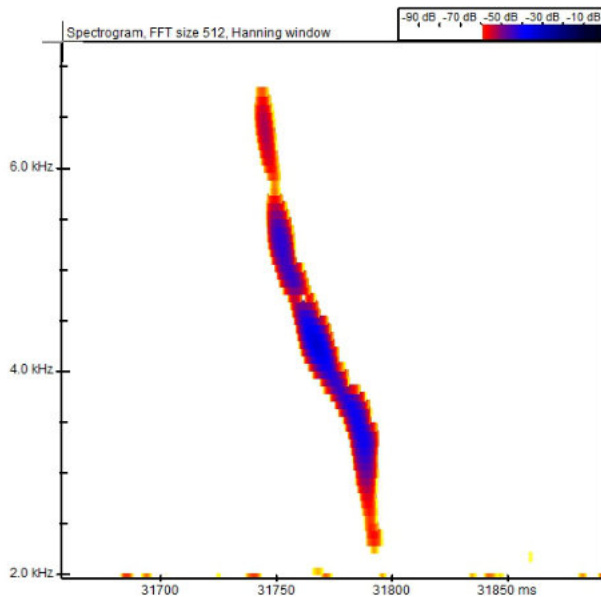


fig. 32 : Son sonar du Murin de Bechstein en milieu semi-ouvert (absence de pic), avec FT basse (22 kHz) et pic d'énergie étalé et plus haut que ceux du Grand Murin.

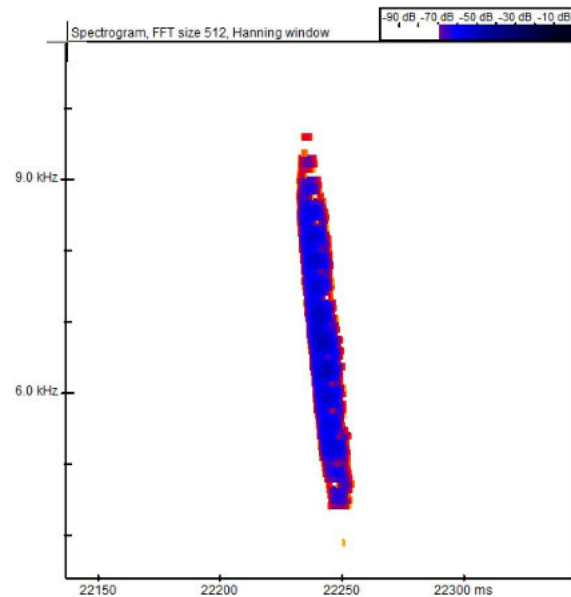


fig. 33 : Son sonar du Murin de Bechstein en approche (claquement final) avec FT haute, sans pic d'énergie marqué.

Murin de Natterer : Les vocalises de cette espèce sont assez caractéristiques, avec des sons souvent courts et avec une très grande largeur de bande (jusqu'à 120 kHz). La FT est fréquemment très basse (jusqu'à 14 kHz), la FI atteint 130 kHz, le pic d'énergie est peu marqué, mais sensiblement plus haut en fréquence que chez le Grand Murin. En milieu ouvert, les sons peuvent montrer un genou et coude relativement marqués, séparés par un plateau en zigzag. Généralement peu de risques de confusion.



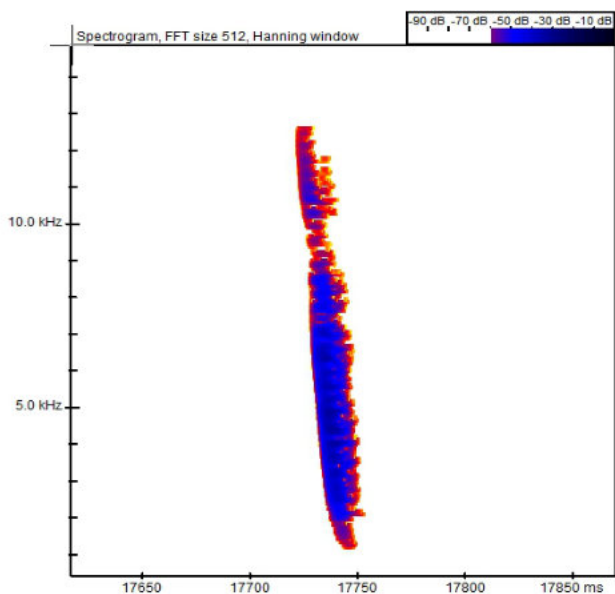


fig. 34 : Son sonar du Murin de Natterer en milieu semi-ouvert (claquement final) avec très grande LB, FT très basse, sans pic d'énergie marqué.

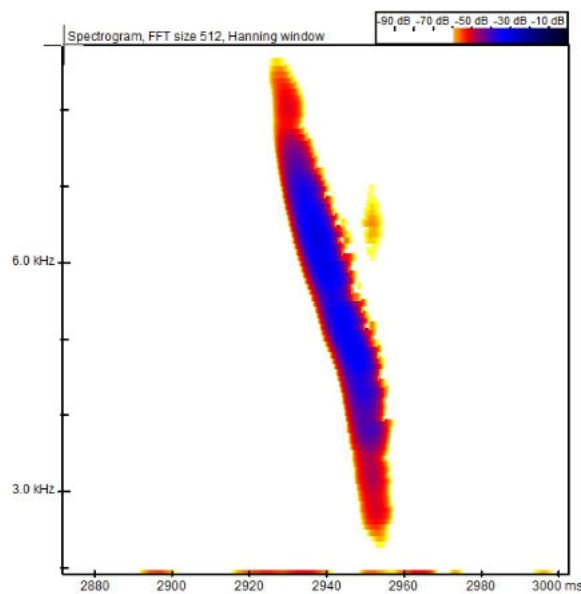


fig. 35 : Son sonar du Murin de Natterer en vol passif (claquement final) en milieu ouvert FT basse, sans pic d'énergie marqué.

Grand Murin : L'espèce se distingue par l'émission de sons plus bas en moyenne que les autres espèces, en particulier pour la FME, situé entre 30 et 35 kHz en dehors des phases d'approche et en milieu ouvert ou semi-ouvert. La FT est souvent basse elle-aussi, mais peut être atteinte également par les Murins de Bechstein et de Natterer, et de temps à autre le Murin de Daubenton. Auditivement, les émissions sonores sont distinctement puissantes, le plus souvent avec une impression d'absence de pic, passant au claquement final en approche et près d'obstacles.

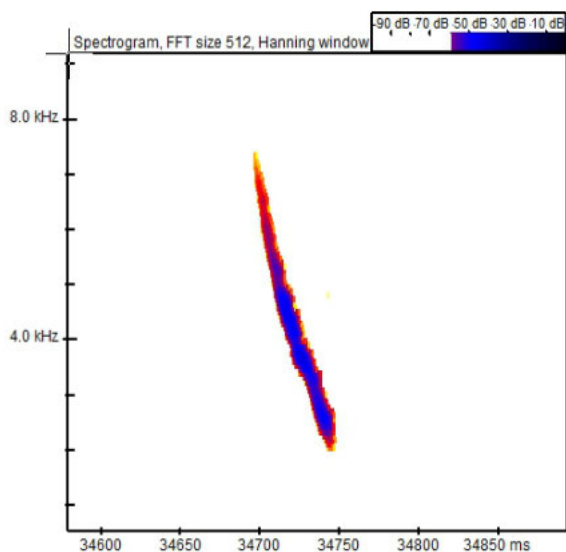


fig. 36 : Son sonar du Grand Murin en absence de pic, et FME classiquement étalée entre 25 et 42 kHz

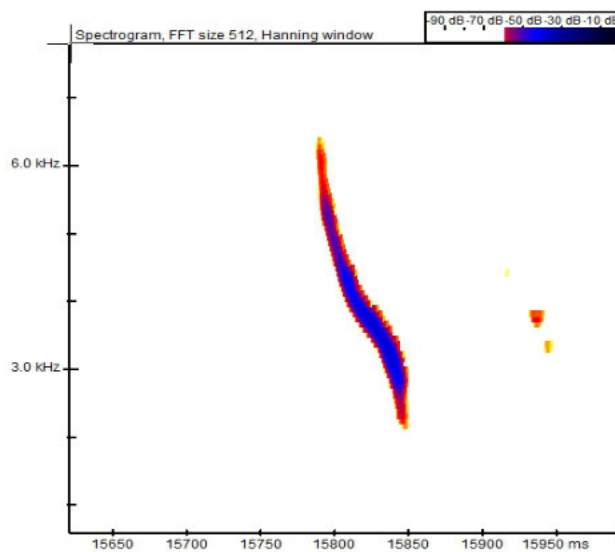


fig. 37 : Son sonar du Grand Murin en absence de pic, avec une durée excédant parfois 10 ms.



C.4. Types de résultats obtenus

Sur la base de la méthode présentée ci-avant, les enregistrements disponibles sont donc analysés, avec l'objectif d'en tirer les résultats suivants.

C.4.1. Temps de présence

Une première analyse consiste à noter la présence ou l'absence de chacune des espèces pour chaque tranche d'une minute, tout au long de chaque nuit d'enregistrement. Cette approche donne des informations intéressantes quant au temps de présence de chaque espèce au cours de la nuit, avec possibilité de comparer, au sein de chaque espèce, les résultats d'un point à l'autre. Les résultats obtenus ici ne sont en revanche pas directement comparables d'une espèce à l'autre, certaines d'entre elles étant beaucoup plus audibles, et donc détectables, que d'autres, indépendamment de leur abondance réelle. De même, cette approche ne reflète pas l'abondance des contacts de chaque espèce, puisqu'au cours d'une minute composée de 12 pistes de 5 secondes, le passage d'une seule Sérotine commune comptera pour 1, tout comme la présence d'au moins 5 Pipistrelles communes sur chacune des pistes. Il faut donc y voir plutôt un inventaire des espèces minute par minute.

C.4.2. Abondance

Cette seconde approche tente de mieux appréhender la notion d'abondance, en notant, pour chaque piste de 5 secondes, le nombre d'individus détectés pour chaque espèce. Il ne s'agit évidemment pas d'une abondance réelle, puisque les résultats obtenus pour chaque piste sont ensuite cumulés, autrement dit, si 3 pipistrelles sont enregistrées sur 3 pistes consécutives, cela donne un total de 9. Par ailleurs, en cas d'abondance forte (principalement de la Pipistrelle commune), le nombre d'individus détectables a été limité à 5, suivant en cela la méthode préconisée par BARATAUD 2015. Il paraît effectivement hasardeux de s'aventurer au-delà. Cette approche produit donc des résultats beaucoup plus fins sur l'abondance des espèces que l'approche « temps de présence ». Pour reprendre le même exemple, le passage d'une seule Sérotine commune sur une piste comptera pour 1, tandis que la présence d'au moins 5 Pipistrelles commune sur toute la minute en question comptera pour 60. Cette approche nécessite cependant beaucoup plus de temps d'analyse, et il n'est pas possible, ni peut-être intéressant, de l'appliquer à des nuits entières. Il a donc été mis en place un échantillonnage temporel, à savoir 6 plages de 10 minutes chacune, respectivement à une demi-heure, une heure, une heure et demi, deux heures, deux heures et demi et trois heures du coucher du soleil.

Il existe de grandes différences de détectabilité entre espèces, les sons de certains murins ne portant pas à 10 mètres de distance, et ceux de la Noctule commune jusqu'à plus de 100 mètres. Afin d'en compenser les effets, BARATAUD 2015 propose des coefficients correcteurs inversement proportionnels à la distance à laquelle portent les vocalises de chaque espèce. Comme un seul et même matériel d'enregistrement a été utilisé pour cette étude, et que, dans la mesure du possible, le plan d'échantillonnage (choix des points et des nuits) a été conçu en tentant d'homogénéiser les conditions d'enregistrement (météo, structure de l'habitat...), cette tentative de correction semble pertinente et apporte une vision différente de la composition du peuplement local en chiroptères.



C.4.3. Activité

La troisième approche proposée dans l'analyse des enregistrements concerne le niveau d'activité de recherche de proies. Les « chasses » sont détectées grâce aux « buzz », cette succession très rapide de sons FM qui correspondent au mouvement d'approche finale de la proie (v. fig. 13, p. 16). On se sert du même échantillonnage temporel que pour l'indice d'abondance (C.4.2.), soit 6 tranches de 10 minutes chacune en début de nuit. Pour chaque piste de 5 secondes, on note donc le nombre de buzz pour chaque espèce, ce qui donne un indice de fréquence des « chasses », comparable d'une nuit et d'un site à l'autre pour chaque espèce, mais pas entre espèces pour les mêmes raisons de différence dans la détectabilité de chacune. Les informations obtenues seront notamment utilisées pour définir d'éventuelles différences dans l'intérêt pour l'alimentation des différents types d'habitats.



D. PRESENTATION DES RESULTATS

D.1. Analyse globale

D.1.1. Diversité spécifique

Cette étude a permis de mettre en évidence la présence de 19 espèces de chiroptères, ce qui comprend donc toutes les espèces régulières de Loire-Atlantique, plus une espèce rare, la Pipistrelle pygmée, et une espèce occasionnelle, la Grande Noctule. En voici la liste :

Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)

Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*)

Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*)

Murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*)

Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)

Murin de Natterer (*Myotis nattereri*)

Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*)

Grand Murin (*Myotis myotis*)

Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*)

Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*)

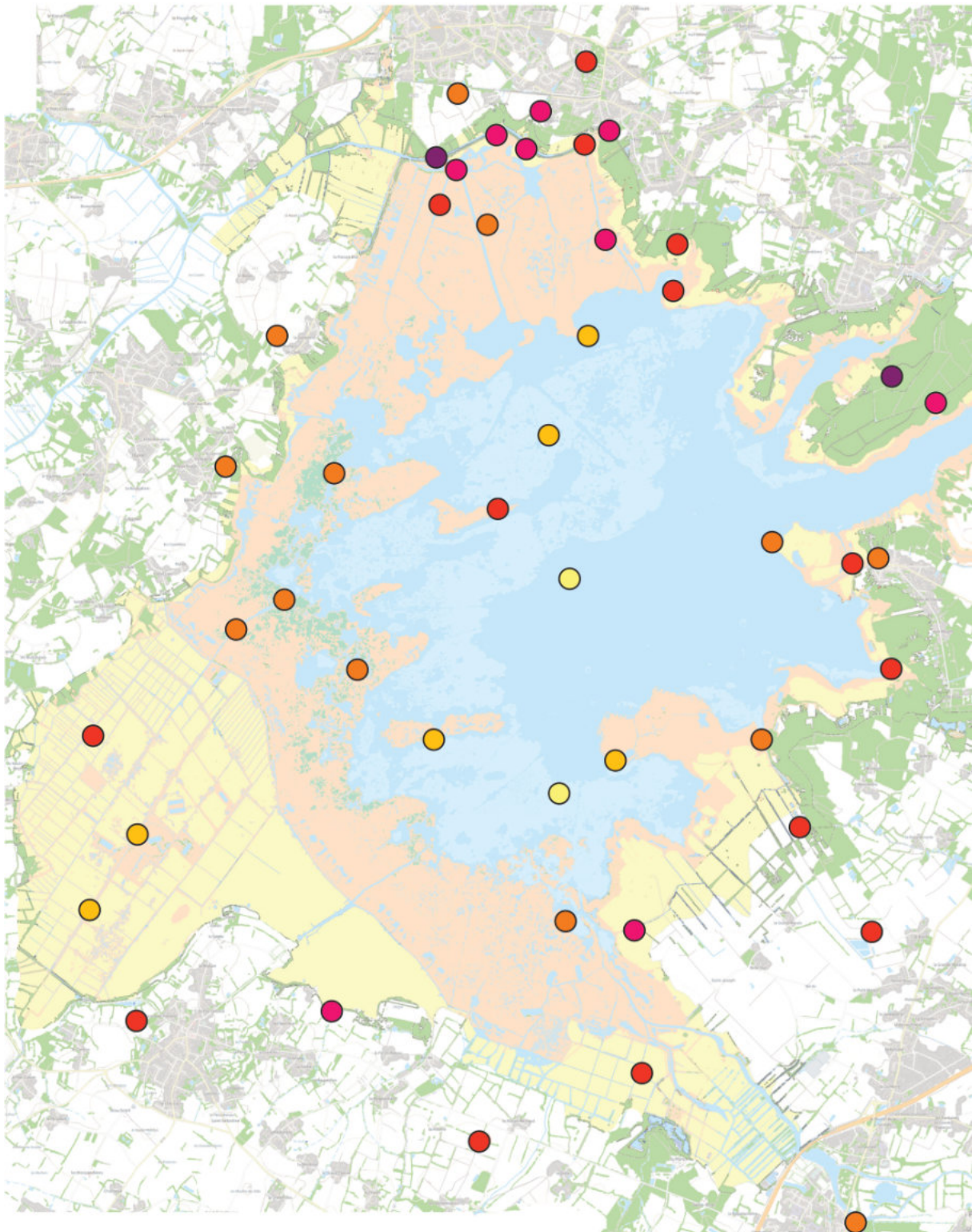
Oreillard roux (*Plecotus auritus*)

Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)

Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)

La diversité spécifique par point d'enregistrement varie entre 5 et 15 espèces par nuit, que ce soit pour les sessions printanières (mai-juin) ou estivales (août-septembre). La moyenne des sessions estivales sur les 46 points échantillonnés est de 10.8 espèces par point (une nuit par point). La carte suivante (carte 3) présente le nombre d'espèces notées pour chaque point. Elle montre que la diversité spécifique est plus faible au centre du lac et maximale à l'interface entre zone humide et bois riverains.





carte 3 : diversité spécifique
par point

- | | |
|----------------|-----------------|
| ● 5-6 espèces | ● 11-12 espèces |
| ● 7-8 espèces | ● 13-14 espèces |
| ● 9-10 espèces | ● 15 espèces |

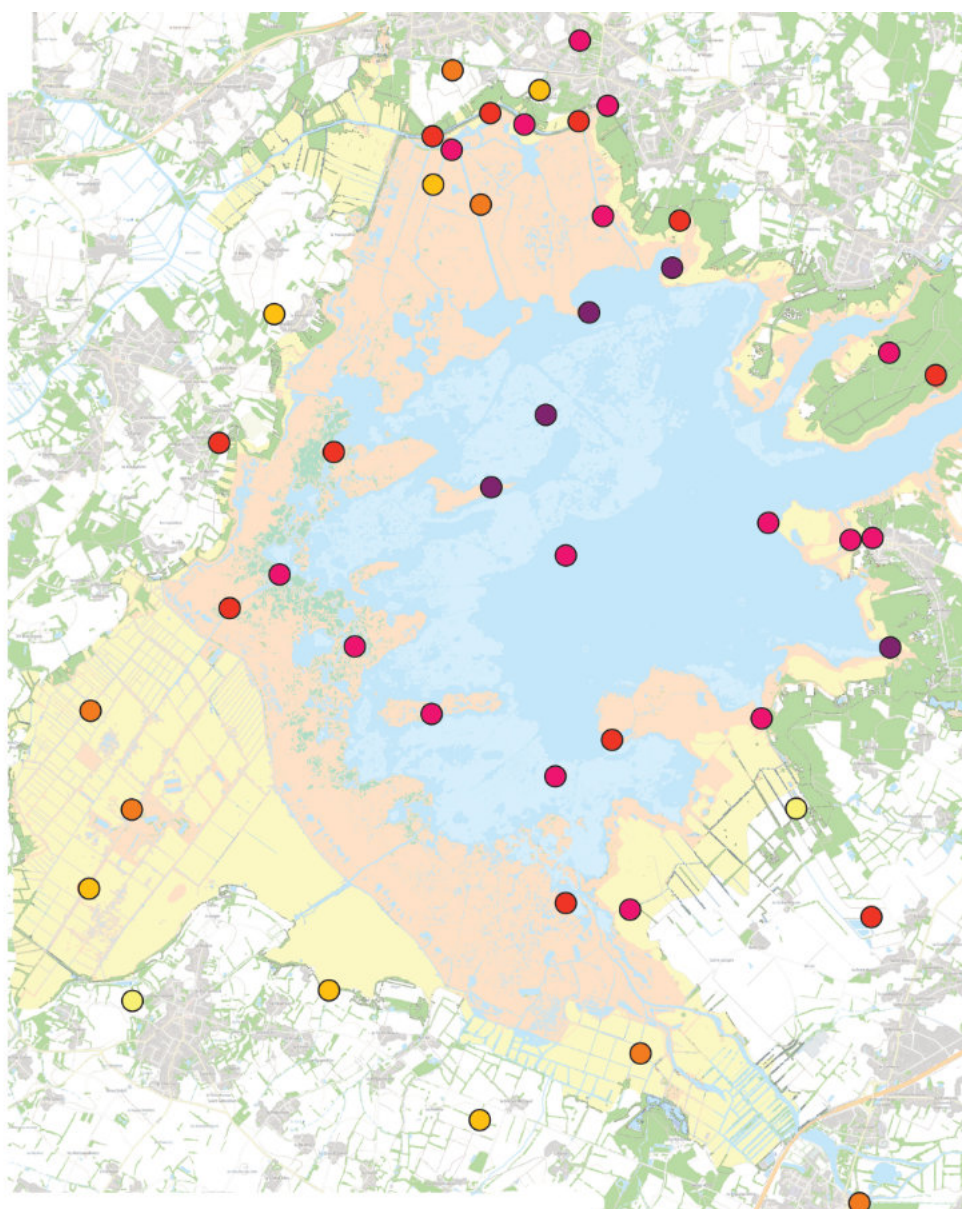


D.1.2. Abondance des chiroptères

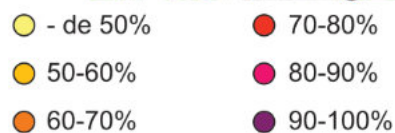
L'abondance des chiroptères peut être appréhendée de deux façons sur la base des données disponibles, à savoir le temps de présence et la somme des indices spécifiques d'abondance.

D.1.2.1. Temps de présence

Le temps de présence est calculé en divisant le nombre de minutes, au cours d'une nuit, où au moins une espèce s'est manifestée par le nombre de minutes séparant le coucher du lever du soleil. La carte 4 ci-après montre les résultats par point (sessions estivales).



carte 4 : temps de présence des chiroptères (toutes spp.) par point



Ce temps de présence varie considérablement d'un point à l'autre. On obtient ainsi des valeurs comprises entre 25.6 et 93.1% pour les sessions estivales (moyenne de 74.8%), et de 56.8 à 90.6% pour les sessions printanières (moyenne 81.2%), qui rappelons-le, ne concernent que les 25 points de la zone centrale. La carte 4 montre qu'à l'inverse de la diversité spécifique, le temps de présence est maximal sur la partie centrale du lac. Le tableau ci-dessous (tableau 1) présente les résultats en temps de présence pour les sessions printanières. Le tableau 2 page suivante indique la même chose pour les sessions estivales et l'ensemble des points échantillonnés.

	Grand Rhinolophe	Sérotine commune	Noctule commune	Noctule de Leisler	Grande Noctule	Murin de Daubenton	Murin à moustaches	Murin d'Alcaïhoe	Murin à o. échançrées	Murin de Natterer	Murin de Bechstein	Grand Murin	Oreillard gris	Oreillard roux	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle pygmée	Barbastelle d'Europe
Arche	1	46	155	3		247	9					3	4	1	385	242	213		1
Bonhomme		23	53			2	2						2		388	364	182		
Boulogne		4	47			84	1						1		198	48	22		
Bouquet à Ruby		24	101	1		278	2						1	2	348	301	271		
Cabanne		10	53	1		296	6		1			1	1	4	331	50	70		2
Canal Guerlain		4	82			327			1			1	4		346	87	133		
Capitaine		38	140			367	4								394	344	265		
Douve du Large	6	2	41			85							11	6	223	124	53		
Etier Sud		23	112	2		293							4	6	387	158	173		35
Grain d'Avant		38	260	6		174			1	1			8	2	356	138	175		1
Grève	1	84	308	2		146	6			1		2	1		376	350	351	2	
Herbier Brebis		4	107			37	2								359	256	348		
Jean-Gouy		11	171			154									389	307	299		
Lambourg Noé	1	3	56			82							27	1	167	81	78		
Large			118			184									372	349	276		
Maison garde	1	13	65	3		53	8			1	1	2	3	1	492	115	144		8
Malgogne coude	5	6	69	1		102	1						4		230	77	53		
Malgogne levis		3	87		1	66						1	4		259	139	106		
Morne		4	83			234									162	131	90		
Parielle		5	94	1		120									376	160	220		
Petit Bois	1	13	18	1		39	12			2			8	1	448	53	82		13
Pte Monloup		11	116	1		369			1			6			383	232	80		
Port d'hiver		24	54	1		94	2								336	164	90	1	
Port RNN	3	6	58			312	1	3					9	1	383	164	244		
Sénaigerie		20	68	11		25	6						2		452	78	327		20

tableau 1 : Résultats en temps de présence (nombre de minutes où l'espèce a été contactée par nuit) pour chaque point, sur les sessions de mai-juin.

Ci-contre tableau 2 : Résultats en temps de présence (nombre de minutes où l'espèce a été contactée par nuit) pour chaque point, sur les sessions d'août-septembre.



	Grand Rhinophe	Sérotine commune	Noctule commune	Noctule de Leisier	Murin de Daubenton	Murin à moustaches	Murin d'Alcathoe	Murin à o. échancrées	Murin de Natterer	Murin de Bechstein	Grand Murin	Oreillard gris	Oreillard roux	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Natusius	Pipistrelle pygmée	Barbastelle d'Europe
Abbatiale	3	10	12						1			9	22	375	40	82		2
Allée Guichaud		8	32	1	6	1		1				6	3	457	273	304		5
Arche		26	64	14	127	1						4		599	390	317		
Arsangle	1	3	34		9	1					1	2		156	49	48	2	7
Bas Fief		79	16	1	3	9			1		4	31	2	256	86	127		3
Bois de l'Etier		4	53	1	26	3	1	2				6		378	115	91		3
Bonhomme		8	81	3	21	1								375	282	281		
Boulogne		2	106		62	1						1	1	413	176	55		
Bouquet à Ruby		2	56	1	17							1		508	196	178		
Brèche fouérouse		3	25		4		1					2		215	65	49		
Breil			55	2	13	1					1	2		399	117	66	1	3
Cabanne		2	41	13	19	15		3				1	3	367	89	65		3
Calvaire Butay	1	6	41	2	83	4						1		172	65	31		
Canal Guerlain		3	95	4	21							3	2	344	140	52		
Capitaine		14	218	14	213	27			2			2	5	530	472	558		2
Ch. Sénaigerie		7	35	3	3	3		1	3		2	16	6	338	147	24		11
Douve du Large		5	58	2	55	2						3	1	242	94	27		1
Effetrie		6	75	1	15	2						2		314	128	65		
Etier Sud	160	27	74	1	313	14	2	6				13	9	428	151	105		48
Etier village	1	15	54		33	6	3		7	1		7	1	402	95	160		15
Fausse loups			29		21	3						9	1	259	63	77		
Grain d'Avant		7	100	22	241	6			1		4	2		593	401	266		3
Grève		34	374	32	181	13						3	5	510	458	516		
Halbrandière N.		32	37	1	43	12		2	7	1	2	3		489	104	172	1	1
Halbrandière S.		54	53	1	82	5	2		1		4	2	1	408	151	120		3
Herbier Brebis			117		65									431	229	234		
Jamonières		5	36	1	12				1		2	41		165	75	46		4
Jean-Gouy		3	399	1	37	2								515	415	171		
Lambourg Noé		4	30		302	2						1		342	78	93		1
Large		10	263		288									510	487	244		
Maison garde	3	32	62	1	75	18		1	4	1		3	4	348	121	276		11
Maison du lac		10	42		28	1						1	1	258	93	47		
Malgogne coude		5	17	1	77	2						2		389	112	110		
Malgogne levis		10	73	12	84	3					2	5		440	130	118		
Malsaine		6	14	4	4						1	25	1	103	6	26		1
Marais Michaud		8	83		61	1		1				56	3	307	100	87		1
Morne		21	83	5	37	13						3		450	203	95		1
Parielle		3	75	4	395	24						1	3	599	193	220		2
Passay		23	46		3	3						6	4	294	199	459		
Petit Bois	3	11	9		28	25	2	2	2			14	3	386	39	151		27
Pte Monloup		22	192	24	44	6								485	457	291		
Port d'hiver		9	64	2	45						2	13	1	525	223	222	3	
Port RNN	3	3	81	3	336	4	1	2				2	1	289	112	55		
Prées commune	1	9	27		9	2					2	7	1	302	104	43		
Saint-Joseph	1	26	112	9	26	2	1		1			2	2	380	226	67		1
Sénaigerie	1	15	16	3	15	14		4	5		6		5	396	67	521		17



Afin de comparer les sessions printanières et estivales entre elles, le tableau 3 ci-dessous se base sur les mêmes données, en indiquant pour chaque espèce la proportion des minutes où elle a été contactée au cours de la nuit pour les 25 points du centre du lac échantillonnés en mai-juin puis août-septembre, ainsi que pour la totalité des points en août-septembre. Ce tableau autorise donc la comparaison entre sessions printanière et automnales, alors que les tableaux 1 et 2 ne peuvent être comparés directement. En effet, la durée de la nuit (du coucher au lever du soleil) varie de 484 à 690 minutes selon les dates échantillonnées dans cette étude, ce qui a évidemment un effet fort sur le nombre de minutes où chaque espèce est contactée. Les données présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 ne peuvent en revanche pas être comparées entre espèces, puisque leur niveau de détectabilité varie beaucoup (v. chapitre suivant).

	Points RNN & RNR (mai-juin)		Points RNN & RNR (août-septembre)		Tous points (août-septembre)	
	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ
Grand Rhinolophe	0.15	0.31	1.18	5.58	0.49	3.31
Sérotine commune	3.4	3.85	1.8	1.62	2.56	3.02
Noctule commune	20.2	13.9	17.6	15.7	15.51	13.64
Noctule de Leisler	0.27	0.49	1.05	1.43	0.53	0.99
Murin de Daubenton	33.3	22.9	20.1	19.7	20.0	21.4
Murin à moustaches	0.49	0.67	1.24	1.39	0.75	1.02
Murin d'Alcathoe	0.02	0.11	0.03	0.1	0.04	0.11
Murin à oreilles échancrées	0.03	0.07	0.12	0.26	0.07	0.17
Murin de Natterer	0.04	0.1	0.09	0.2	0.1	0.24
Grand Murin	0.13	0.28	0.09	0.23	0.12	0.24
Oreillard roux	0.2	0.35	0.28	0.39	0.28	0.50
Oreillard gris	0.73	1.11	0.49	0.66	0.97	1.62
Pipistrelle commune	68.0	19.91	71.3	13.8	64.2	18.06
Pipistrelle de Kuhl	35.91	21.31	37.2	24	31.1	22.26
Pipistrelle de Nathusius	34.72	20.67	33.6	24.1	29.1	21.95
Barbastelle d'Europe	0.63	1.63	0.76	1.87	0.62	1.50

tableau 3 : Résultats en temps de présence relatif (% des minutes de présence de chaque espèce) pour différents ensembles de points



Le tableau 3 montre donc des différences entre saisons variables selon les espèces, sachant que les écarts types sont de manière générale très forts :

- Deux espèces semblent sensiblement plus présentes au printemps qu'à l'automne : la Sérotine et le Murin de Daubenton. Pour le second, une explication peut résider dans ses préférences pour les étendues d'eau libre, évidemment liées aux niveaux d'eau plus hauts au printemps qu'en été sur nombre de points de bordure.

- Quatre espèces semblent plus présentes à l'automne, dont la Noctule de Leisler, près de quatre fois plus, et, avec les réserves liées à des chiffres très faibles, les Murins à oreilles échancrées, de Natterer et à moustaches. Pour le Grand Rhinolophe, l'essentiel de la différence est due à un seul et unique point ayant « récolté » près de 160 minutes de présence de l'espèce en une nuit.

Pour les autres espèces et en particulier les plus communes que sont les trois pipistrelles et la Noctule commune, les chiffres sont beaucoup plus similaires entre saisons, avec même des différences inférieures à 5% pour les premières.

D.1.2.2. Indices d'abondance

Le calcul de l'indice d'abondance est détaillé au chapitre C.4.2.. Pour rappel, il s'agit du cumul du nombre d'individus (5 simultanément au maximum) détectés dans chaque séquence sonore de 5 secondes, pour chaque espèce, et sur un échantillon de temps au cours de la nuit de 6 plages de 10 minutes chacune. La valeur obtenue est donc influencée non seulement par le temps de présence, mais aussi par le nombre d'individus.

Pour chaque espèce, l'indice obtenu est ensuite corrigé en fonction de sa détectabilité selon la méthode proposée par BARATAUD 2015. Celle-ci propose de multiplier la valeur brute par un coefficient inversement proportionnel à la distance à laquelle une espèce peut être détectée. Les trois Pipistrelles « communes » peuvent être détectées jusqu'à 25 mètres de distance, avec un coefficient étalon de 1. Il s'agit en effet d'une distance moyenne, sachant qu'en milieu ouvert ou semi-ouvert, le Grand Rhinolophe et les « petits » Murins sont détectés jusqu'à 10 mètres de distance (coefficient 2.5), et la Noctule commune jusqu'à 100 mètres (coefficient 0.25). Cette approche est sans doute perfectible, dans la mesure notamment où la détectabilité de plusieurs espèces varie en fonction de la structure de l'habitat, mais elle autorise malgré tout d'intéressantes comparaisons entre elles.

Le tableau 4 ci-après reprend donc ces résultats obtenus pour les sessions estivales. Deux espèces parmi les moins détectées ne l'ont pas été dans le cadre de l'échantillonnage « abondance », le Murin de Bechstein et la Grande Noctule.

Double-page suivante, tableau 4 : Résultats en indice d'abondance brut (I) et corrigé (IC) pour chaque point, pour les sessions estivales (août-septembre)



	Grand Rhinolophe		Sérotine commune		Noctule commune		Noctule de Leister		Murin de Daubenton		Murin à moustaches		Murin d'Alcaethoe		Murin à o. échancrées		Murin de Natterer	
	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC
Abbatiale	5	12	7	4.4	1	0.2											1	1.7
Allée Guichaud					10	2.5			4	6.7								
Arche			110	69	66	16.5	39	12.1	40	66.8								
Arsangle					3	0.8			2	3.3								
Bas Fief			100	63							1	2.5						
Bois de l'Etier			9	5.7	68	17	7	2.2	17	28.4								
Bonhomme			11	6.9	163	41	4	1.2	2	3.3	2	5						
Boulogne			4	2.5	174	44			24	40.1	4	10						
Bouquet à Ruby			4	2.5	21	5.2			5	8.3	2	2.5						
Brèche fouérouse			3	1.9	5	1.3												
Breil					43	10.8			4	6.7								
Cabanne			11	6.9	34	8.5					3	7.5						
Calvaire Butay					22	5.5			34	56.8								
Canal Guerlain					85	21.2			15	25								
Capitaine			2	1.3	269	67	11	3.4	120	200	15	37.5						
Ch. Sénaigerie			7	4.4	15	3.8			3	5								
Douve du Large			2	1.3	18	4.5			25	41.7								
Effetrie			2	1.3	32	8	6	1.9	2	3.3								
Etier Sud	118	295	10	6.3	120	30			264	441				3	7.5			
Etier village	2	5	14	8.82	26	6.5			18	30								
Fausse aux loups					18	4.5					2	5						
Grain d'Avant					132	33	211	65	97	162	5	12.5						
Grève			99	62.3	1603	401	5	1.6	11	18.4	14	35						
Halbrandière N.			5	3.15	20	5			16	26.7	2	5					2	3.1
Halbrandière S.			33	20.8	18	4.5			8	13.4	4	10						
Herbier Brebis					213	53			3	5								
Jamonières			8	5	16	4			5	8.3								
Jean-Gouy					1089	272	7	2.2	20	33.4								
Lambourg Noé					16	4			187	312								
Large			5	3.1	539	135			45	75.1								
Maison de garde			21	13.2	41	10			30	50	4	10						
Maison du lac			7	4.4	28	7			6	10								
Malgogne coude									43	71.8								
Malgogne levis			1	0.6	81	20	9	2.8	44	73.5								
Malsaine			3	1.9	7	1.8			5	8.3								
Marais Michaud			14	8.8	70	17.5			18	30	2	5						
Morne			3	1.9	61	15.2			45	75.1								
Parielle					52	13	6	1.9	544	908	3	7.5						
Passay			20	12.6	104	26					2	5						
Petit Bois	1	2.5			3	0.75			4	6.7	25	62.5	1	2.5				
Pointe Monloup			24	15.1	276	69	13	4	19	31.7								
Port d'hiver					103	26	3	0.9	10	16.7								
Port RNN			9	5.7	15	3.8	9	2.8	214	357			2	5				
Prées commune	4	10	2	1.3	13	3.3			2	3.3	1	2.5						
Saint-Joseph			48	30.2	283	70.3	13		9	15							1	1.7
Sénaigerie	2	5	15	9.5	5	1.3					2	5						



	Grand Murin		Oreillard gris		Oreillard roux		Oreillard sp.		Pipistrelle commune		Pipistrelle de Kuhl		Pipistrelle de Nathusius		Pipistrelle pygmée		Barbastelle d'Europe	
	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC	I	IC
Abbatiale					4	5	2	2.5	574	574	20	20	12	12			3	5
Allée Guichaud									358	358	60	60	95	95				
Arche									1755	1755	644	644	354	354				
Arsangle			3	3.8					522	522	33	33	47	47			3	5
Bas Fief	3	3.8	14	17.5					185	185	42	42	47	47				
Bois de l'Étier			2	2.5					578	578	108	108	33	33				
Bonhomme			5	6.3					2147	2147	968	968	551	551				
Boulogne							1	1.3	562	562	97	97	20	20				
Bouquet à Ruby									1061	1061	164	164	91	91				
Brèche fouérouse									114	114	26	26	9	9				
Breil			3	3.8					547	547	147	147	25	25				
Cabanne					3	3.8			599	599	73	73	31	31				
Calvaire Butay									78	78	18	18	11	11				
Canal Guerlain			7	8.8	3	3.8			460	460	139	139	30	30				
Capitaine					5	6.3			1796	1796	765	765	1029	1029				
Ch. Sénaigerie			3	3.8					131	131	71	71	7	7			1	1.7
Douve du Large									308	308	103	103	5	5				
Effetrie									131	131	42	42	11	11				
Étier Sud			6	7.5	3	3.8			855	855	167	167	17	17			82	137
Étier village			4	5					579	579	82	82	31	31			2	3.4
Fausse aux loups									89	89	34	34	13	13				
Grain d'Avant									2553	2553	977	977	99	99				
Grève							1	1.3	2468	2468	1729	1729	1421	1421				
Halbrandière N.			1	1.3					658	658	118	118	43	43			2	3.4
Halbrandière S.									496	496	121	121	57	57			1	1.7
Herbier Brebis									910	910	246	246	158	158				
Jamonières			1	1.3					83	83	4	4	24	24			1	1.7
Jean-Gouy									1706	1706	329	329	94	94				
Lambourg Noé									390	390	50	50	34	34				
Large									1282	1282	450	450	169	169				
Maison de garde					3	3.8			618	618	131	131	94	94			4	6.7
Maison du lac			2	2.5					94	94	33	33	15	15				
Malgogne coude									177	177	35	35	11	11				
Malgogne levis			2	2.5					697	697	145	145	20	20				
Malsaine			11	13.8			1	1.3	33	33	3	3	3	3				
Marais Michaud			214	268	6	7.5	4	5	932	932	93	93	92	92				
Morne									916	916	122	122	54	54				
Parielle					3	3.8	1	1.3	2831	2831	97	97	262	262			3	5
Passay			2	2.5	1	1.3			525	525	40	40	558	558				
Petit Bois			5	6.3	1	1.3	8	10	593	593	15	15	86	86			14	23.4
Pointe Monloup									2438	2438	623	623	1231	1231				
Port d'hiver			3	3.8					1170	1170	250	250	138	138	3	3		
Port RNN									549	549	91	91	49	49				
Prées commune	2	3	3	3.8					472	472	92	92	23	23				
Saint-Joseph					1	1.3			707	707	338	338	18	18			2	3.4
Sénaigerie					2	2.5	1	1.3	315	315	46	46	424	424			6	10



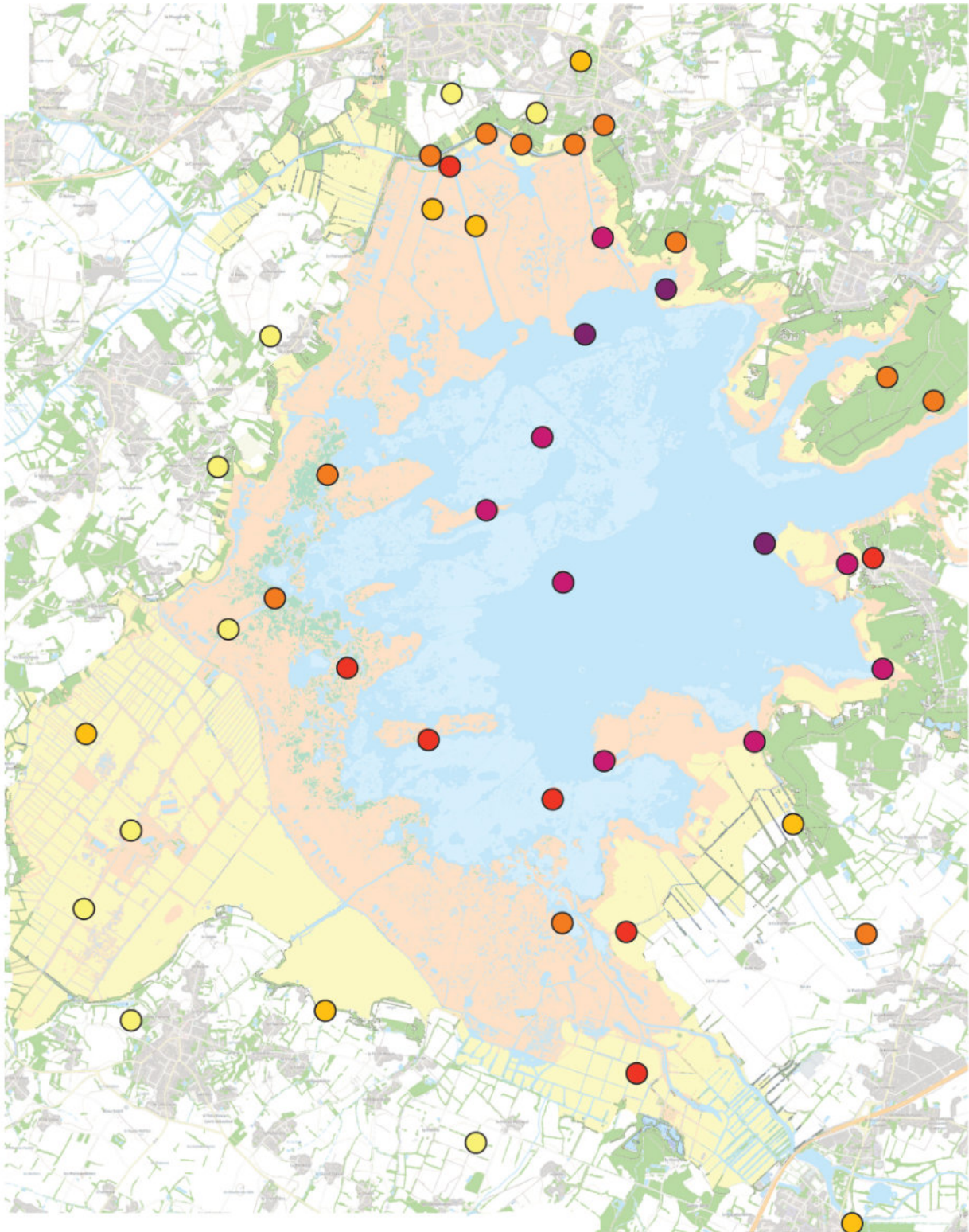
Le tableau 5 ci-dessous indique pour chaque espèce et les sessions estivales les moyennes des indices d'abondance corrigés tels que présentés dans le tableau 4. Ces données ne sont fournies qu'à titre indicatif et doivent évidemment être considérées avec beaucoup de précaution tant les différences entre points et secondairement entre nuits sont importantes.

	IC moyen	σ
Pipistrelle commune	805	733
Pipistrelle de Kuhl	216	331
Pipistrelle de Nathusius	166	315
Murin de Daubenton	71.3	157
Noctule commune	32.5	71.6
Sérotine commune	8.39	16.3
Oreillard gris	7.77	39.3
Grand Rhinolophe	7.17	43.4
Murin à moustaches	5.05	11.6
Barbastelle d'Europe	4.50	20.3
Noctule de Leisler	2.31	9.72
Oreillard roux	1.00	1.85
Murin d'Alcathoe	0.163	0.816
Murin à oreilles échancrées	0.163	1.10
Murin de Natterer	0.145	0.59
Grand Murin	0.135	0.65
Pipistrelle pygmée	0.065	0.442

tableau 5 : moyenne des indices d'abondance corrigés sur les 46 points des sessions estivales présentées par espèce, en ordre décroissant.

Toujours sur la base des mêmes indices d'abondance corrigés, on peut établir un indice d'activité global, qui correspond en fait à la somme des indices spécifiques des espèces détectées sur chacun des points. Comme précédemment dans ce qui concerne les indices d'abondance, rappelons qu'il s'agit de données relevées sur un échantillon de temps totalisant une heure au cours de chaque nuit. En introduisant une notion d'abondance numérique, cet indice d'abondance d'activité globale amplifie encore les différences entre points de faible et de forte activité, en comparaison avec les données sur les temps de présence figurés sur la carte 4, p. 32. En effet, le cumul des indices spécifiques varie entre 66, pour le point avec l'activité la moins forte, à 6137 pour celui avec l'activité la plus fournie. La carte 5 ci-après représente géographiquement ces données. Plus encore que pour le temps de présence, on remarquera que l'activité est relativement faible sur le pourtour du lac et en milieu ouvert, un peu plus forte en milieu forestier et dans les roselières boisées, et maximale sur la zone centrale du lac. Les points les plus forts, situés au nord-est de la partie centrale, bénéficient aussi sans doute de la proximité des grands boisements riverains du lac.





*carte 5 : cumul des indices
spécifiques d'abondance corrigés
(toutes spp.) par point*

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| ● IC entre 66 et 300 | ● IC entre 1000 et 1500 |
| ● IC entre 300 et 700 | ● IC entre 1500 et 4000 |
| ● IC entre 700 et 1000 | ● IC entre 4000 et 6137 |



D.1.3. Intensité des activités de chasse

Comme détaillé au chapitre C.4.3., le troisième élément recherché dans l'analyse des enregistrements est la présence de séquences de chasse, aussi appelées « buzz » en référence à leur aspect sonore (répétition rapide de sons FM très brefs). Leur présence et leur fréquence indiquent le niveau d'activité lié à la recherche de proies. Par extension, ce niveau d'activité reflète l'intérêt de l'habitat pour l'alimentation de l'espèce, avec sans doute un biais géographique lié aux variations dans l'abondance des espèces et la proximité de leurs gîtes. Il paraît à ce stade difficile de tenir compte des variations dans le temps et dans l'espace, de la densité et de la composition spécifique du plancton aérien, qui doivent pourtant être déterminantes dans la densité des chiroptères.

Bien évidemment, le nombre de chasses est d'abord la conséquence du nombre d'individus présents. Il est donc nécessaire d'établir un indice d'activité de chasse s'exonérant de l'abondance des individus présents. Cet indice est donc calculé sur la base des données recueillies sur un échantillon de temps au cours de la nuit de 6 plages de 10 minutes chacune, en divisant le cumul du nombre de « chasses » par le cumul du nombre d'individus tel que présenté au chapitre précédent. Par commodité de lecture, les résultats sont multipliés par 100, ce qui revient à indiquer le nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés. Les résultats sont indiqués pour les espèces ayant été enregistrées au moins une fois en chasse dans le tableau 6 ci-dessous. A noter que les résultats doivent être pris avec précaution pour les espèces pour lesquelles les données sont numériquement faibles (v. colonne indiquant le nombre total de chasses détectées).

	Nb total chasses détectées	Points RNN & RNR (mai-juin)		Points RNN & RNR (août-septembre)		Tous points (août-septembre)	
		Moy.	σ .	Moy.	σ .	Moy.	σ .
Sérotine commune	99	4.57	7.18	9.91	10.90	6.53	9.28
Noctule commune	2007	8.50	8.88	9.34	12.01	7.58	9.62
Noctule de Leisler	46	4.76	12.60	21.09	18.96	12.63	17.67
Murin de Daubenton	567	8.38	10.95	5.57	8.12	5.23	8.88
Murin à moustaches	7	-	-	2.83	6.15	3.24	10.61
Oreillard gris	11	-	-	8.57	19.16	1.86	8.57
Pipistrelle commune	6807	5.51	3.04	11.03	9.59	7.89	8.83
Pipistrelle de Kuhl	1546	3.93	2.59	7.58	6.99	5.49	5.89
Pipistrelle de Nathusius	1371	4.39	5.05	10.89	11.23	6.85	8.49
Barbastelle d'Europe	27	-	-	6.58	14.72	1.94	7.98

tableau 6 : Indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps)



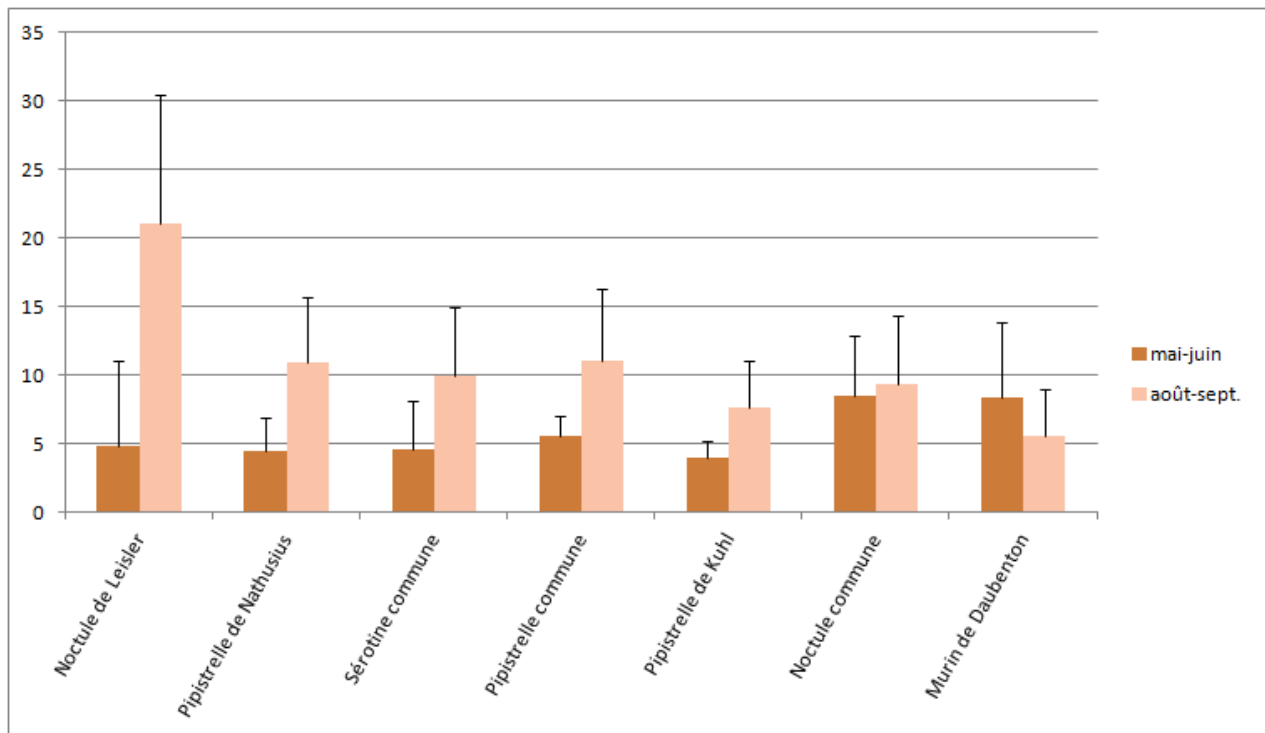


fig. 38 : Comparaison des indices d'activité de chasse entre les sessions printanières et estivales, pour les 25 points de la zone centrale du lac (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps)

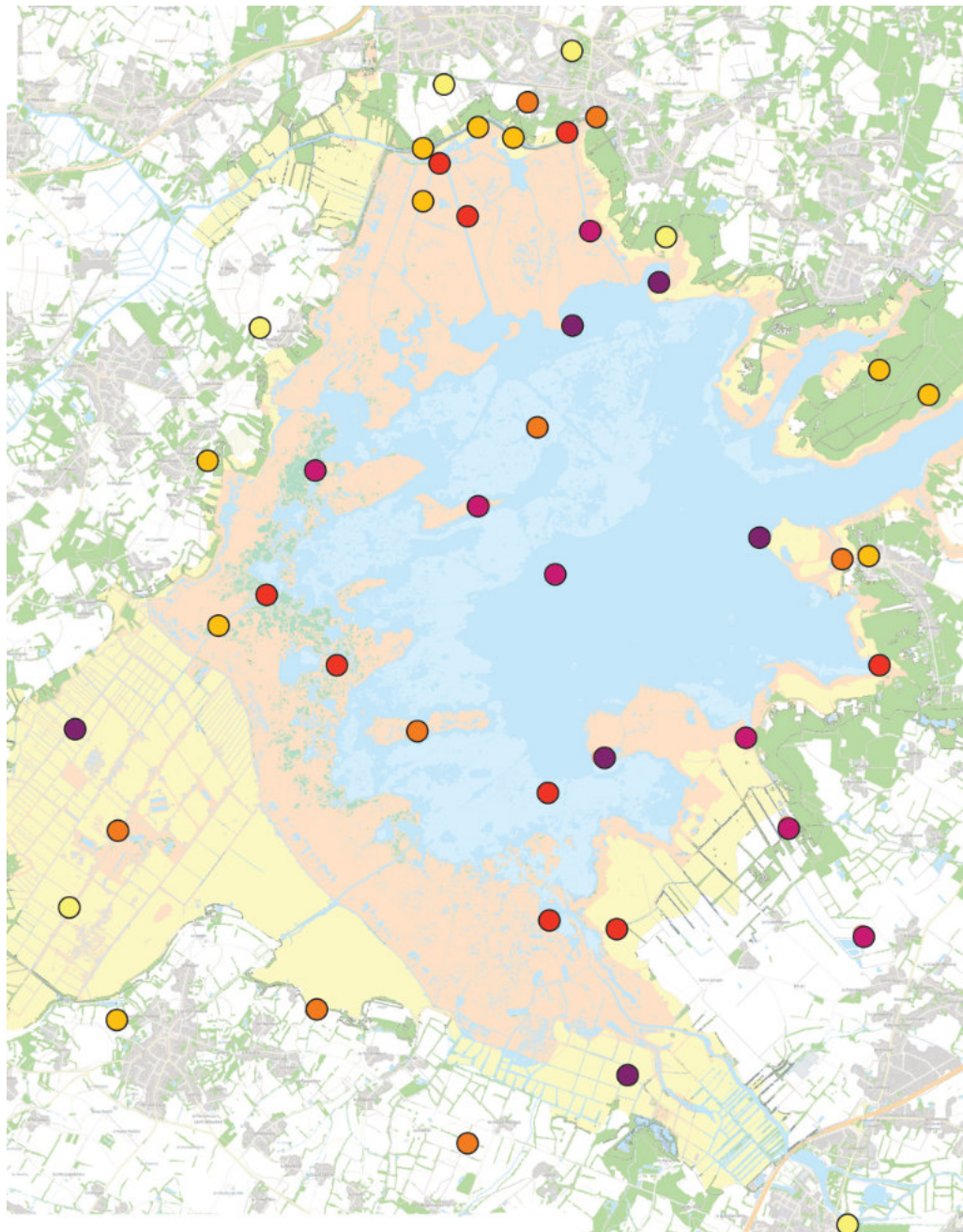
La figure 38 propose de comparer les indices d'activité de chasse pour les espèces les plus communes, entre printemps et été. Il est d'abord intéressant de constater que la fréquence des chasses rapportée au nombre d'individus est relativement similaire d'une espèce à l'autre. On notera ensuite quelques faits intéressants en comparant ces données avec celles détaillées pour l'indice d'abondance (v. tableau 3 p. 35) :

- un fort déséquilibre entre saisons chez la Noctule de Leisler, de l'ordre de 1 pour 4, soit le même déséquilibre que pour l'indice abondance de la même espèce. Cela signifie qu'elle s'est montrée non seulement quatre fois plus abondante en été qu'au printemps, mais qu'à nombre d'individus égal, elle a chassé quatre fois plus souvent.
- un déséquilibre plus mesuré (du simple au double environ) chez la Sérotine et les trois pipistrelles, alors que pour les trois dernières, les indices d'abondance sont très similaires entre les deux saisons.
- des chiffres proches chez la Noctule commune tant en fréquence des chasse qu'en abondance.
- un léger déséquilibre en faveur du printemps chez le Murin de Daubenton, qui se retrouve aussi dans l'indice d'abondance.

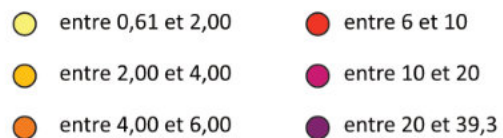
Ces données sont rediscutées au chapitre D.3. traitant du statut des espèces.

La carte 6 page suivante représente les indices de chasse calculés pour les sept mêmes espèces confondues, pour chaque point d'échantillonnage.





carte 6 : Indices d'activité de chasse par point (7 sp. les plus communes confondues)



La carte ci-dessus montre une prépondérance moins nette de la partie centrale du lac que pour les indices d'abondance et le temps de présence, même si la majorité des points à fortes valeurs sont situés sur ou au contact de la zone d'eau libre. Les points forestiers sont en revanche nettement plus faibles que pour l'abondance. Il est cependant intéressant de noter que les trois points les plus forts des prés-marais (Prées de la Commune, Marais Michaud et Breil) sont en fait positionnés à proximité immédiate de points d'eau (douves dans les deux premiers cas, sablière dans le dernier).



D.2. Valeur des habitats

Ce chapitre propose une analyse des mêmes données en y ajoutant la variable « habitat ». L'attribution d'un point donné à un type d'habitat est toujours difficile quelles que soient les entrées choisies, tant la variabilité est grande, chaque point étant finalement plus ou moins unique dès lors qu'on multiplie les critères de classification. Pour les chiroptères, il faut ajouter que des facteurs extérieurs à la notion classique d'habitat entrent en jeu : uniformité, effet lisière ou couloir, présence de l'eau libre, de bétail ou de points lumineux, disponibilité ou accessibilité des proies, distance au gîte diurne... Autant d'éléments qui expliquent des variations parfois fortes entre points a priori similaires. Dans son protocole, cette étude s'est toutefois attachée à réduire le plus possible les risques de variation liés à la météo (choix de nuits douces et calmes), à la structure de l'habitat (choix de sites ouverts ou semi-ouverts) et au cycle biologique des chiroptères (données obtenues en août et septembre). Les résultats présentés ci-après sont donc à considérer avec précaution, en gardant à l'esprit que la plupart des jeux de données sont trop variés pour être statistiquement fiables.

Les grands types d'habitats retenus sont les suivants : habitats urbanisés (4 points), cultures et prairies (5 points), bocage dense (4 points), bois et forêts (3 points), prés-marais (5 points), roselières boisées (7 points), aulnaies (3 points) et zone en eau de la partie centrale du lac (eaux libres et herbiers à macrophytes) (3 points). Cinq autres points se situent à la limite entre forêt et roselière boisée, et sept points entre roselière boisée et eaux libres. Ces points mixtes sont donc traités comme tels ci-après.

D.2.1. Diversité spécifique

Le nombre d'espèces notées sur chacun des 46 points au cours des sessions estivales a fluctué entre 5 et 15. En regroupant les points par types d'habitats, on obtient les résultats indiqués dans le tableau 7 ci-après.

	Nb pts	Nb. sp. moyen	σ
Eaux libres et herbiers	3	6.3	1.52
Interface eaux libres et roselière boisée	7	11	2.16
Aulnaie	3	9.7	0.57
Roselières boisées	7	9.7	1.6
Prés-marais	5	10.4	2.5
Interface zone humide et forêt	5	12.8	2.38
Bois et forêts	3	13.7	1.52
Bocage dense	4	12	2.16
Habitat urbanisé	4	11.2	2.21
Cultures et prairies	5	10.4	0.89

tableau 7 : diversité spécifique par grands types d'habitats



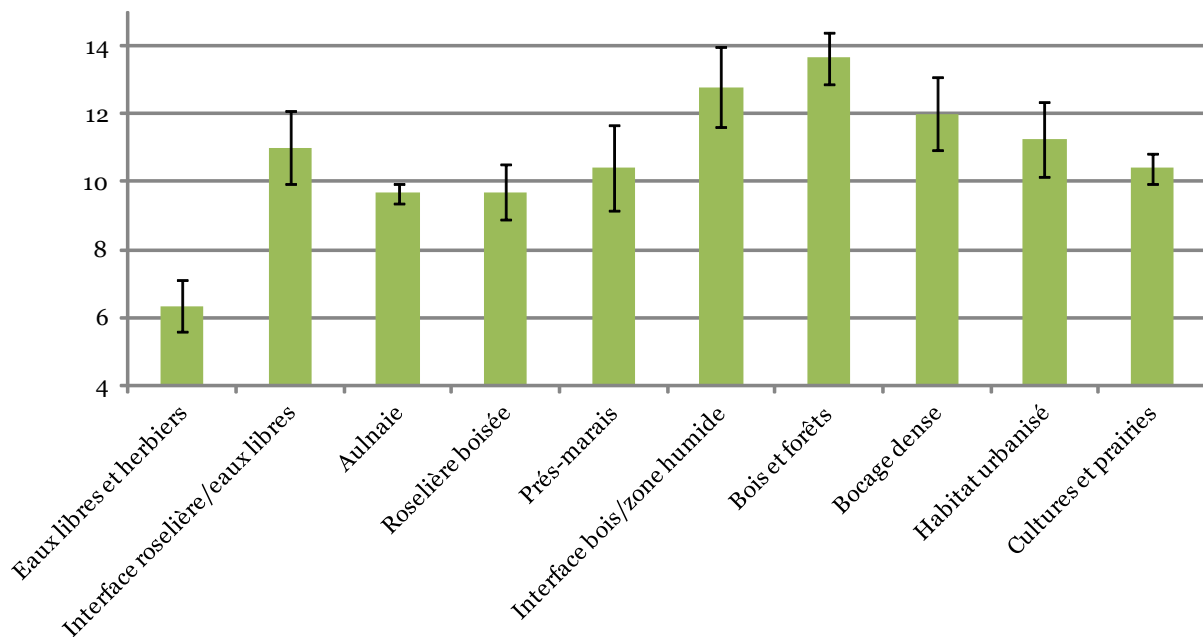


fig. 39 : diversité spécifique par grands types d'habitats

La diversité spécifique varie donc sensiblement d'un type d'habitat à l'autre. La figure 39 ci-dessus place ces types d'habitats depuis le centre du lac à gauche vers l'extérieur du lac à droite. La diversité est minimale au centre du lac en l'absence complète d'arbres. Elle augmente ensuite entre 9.5 et 11 espèces dans les différents types d'habitats de la zone humide, puis atteint son maximum dans les bois et forêts riverains, ainsi que leur interface avec la zone humide. Le bocage préservé et pourvu de nombreuses haies, tel qu'il existe encore notamment dans le Site classé du lac, reste riche, mais la diversité tend ensuite à s'éroder dans les habitats plus ouverts et artificiels.

D.2.2. Temps de présence et abondance

Ce chapitre propose une approche identique pour les données concernant le temps de présence (v. chapitre D.1.2.1.) et l'abondance (D.1.2.2.). Pour rappel, le premier paramètre est indiqué en % du nombre de minutes, au cours d'une nuit, où au moins un chiroptère est détecté. Le second paramètre est basé sur la somme des indices d'abondance corrigés au cours d'un échantillon de temps totalisant une heure au cours de chaque nuit. Le tableau 8 ci-après présente les résultats regroupés par grands types d'habitats pour le temps de présence et l'abondance, tandis que la figure 40 présente ces mêmes résultats pour la seconde. On constate que l'abondance toutes espèces confondues atteint un pic très net à l'interface entre eaux libres et roselière boisée, les eaux libres arrivant en seconde position. Les autres types d'habitats de la zone humide et les bois riverains obtiennent des valeurs moyennes, les prés-marais étant les moins actifs. Les milieux terrestres ouverts voient manifestement une activité moindre.



	Nb. points	Abondance		Temps de présence	
		M	σ	M	σ
<i>Eaux libres et herbiers</i>	3	1974	545	87.5	4.62
<i>Interface eaux libres et roselière boisée</i>	7	3198	1976	87.1	6.27
<i>Aulnaie</i>	3	978	197	80.6	5.03
<i>Roselières boisées</i>	7	1717	1506	76.5	11.85
<i>Prés-marais</i>	5	711	597	65.8	10.84
<i>Interface zone humide et forêt</i>	5	1242	939	81.1	7.46
<i>Bois et forêts</i>	3	789	71	79.6	8.08
<i>Bocage dense</i>	4	350	189	56.7	14.9
<i>Habitat urbanisé</i>	4	770	282	79.9	9.25
<i>Cultures et prairies</i>	5	254	274	54.1	18

tableau 8 : abondance (cumul des indices d'abondance spécifiques corrigés) et temps de présence toutes espèces confondues (en % des minutes au cours de la nuit) par grands types d'habitats

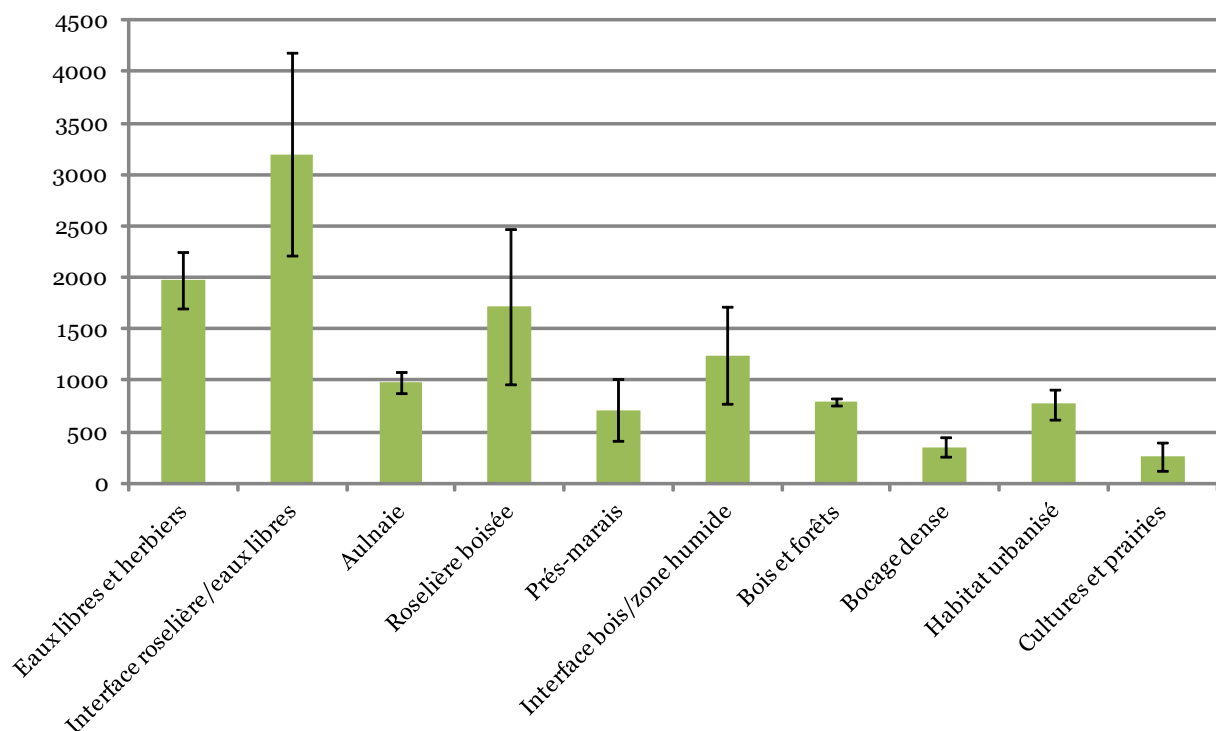


fig. 40 : abondance (cumul des indices spécifiques corrigés) par grands types d'habitats

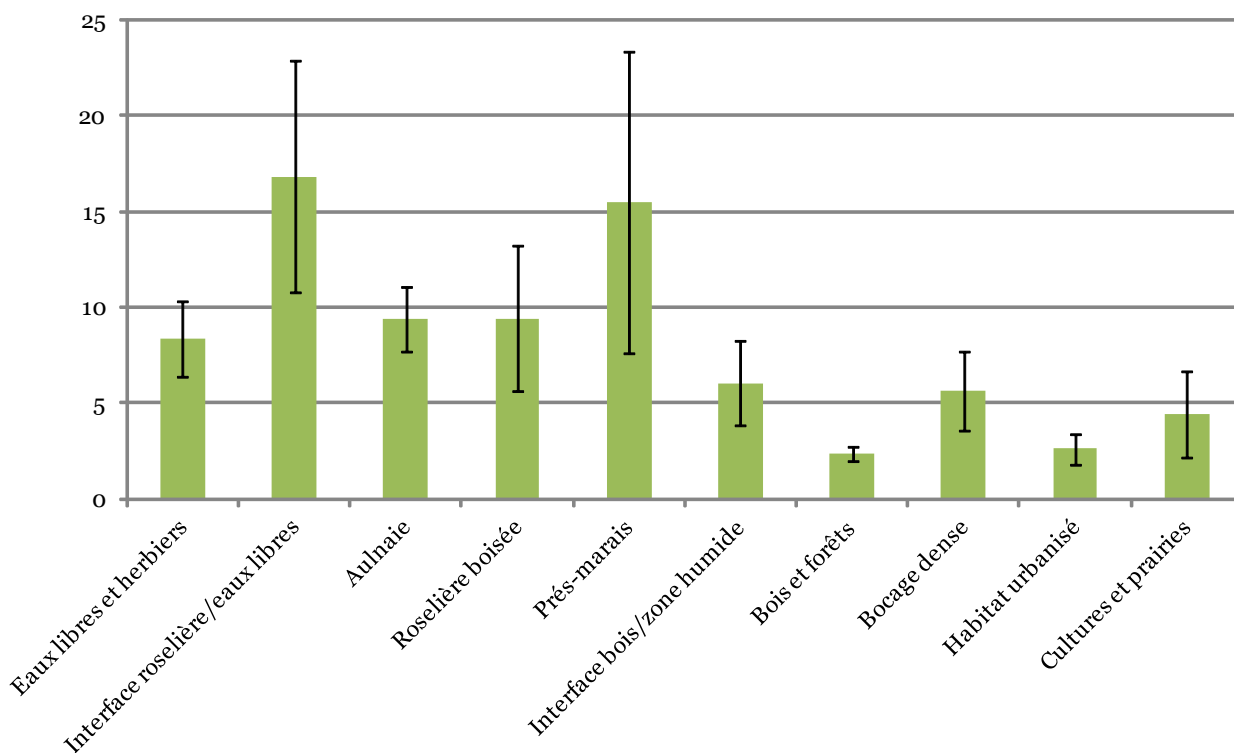


D.2.3. Intensité des activités de chasse

Ce chapitre propose une approche identique pour les données concernant l'intensité des activités de chasse (v. chapitre D.1.3.), qui offre un reflet de leur valeur pour l'alimentation des chiroptères. Pour rappel, l'indice d'intensité des activités de chasse est calculé sur la base des données recueillies sur un échantillon de temps au cours de la nuit de 6 plages de 10 minutes chacune, en divisant le cumul du nombre de « chasses » par le cumul du nombre d'individus. Par commodité de lecture, les résultats sont multipliés par 100, ce qui revient à indiquer le nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés.

	Nb pts	Moyenne	σ
Eaux libres et herbiers	3	8.4	3.92
Interface eaux libres et roselière boisée	7	16.85	12.02
Aulnaie	3	9.42	3.4
Roselières boisées	7	9.44	7.54
Prés-marais	5	15.48	15.75
Interface zone humide et forêt	5	6.06	4.41
Bois et forêts	3	2.34	0.72
Bocage dense	4	5.64	4.06
Habitat urbanisé	4	2.6	1.57
Cultures et prairies	5	4.43	4.42

tableau 9 et fig. 41 : indices d'intensité des activités de chasse (nombre de chasse pour 100 individus détectés) par grands types d'habitats.



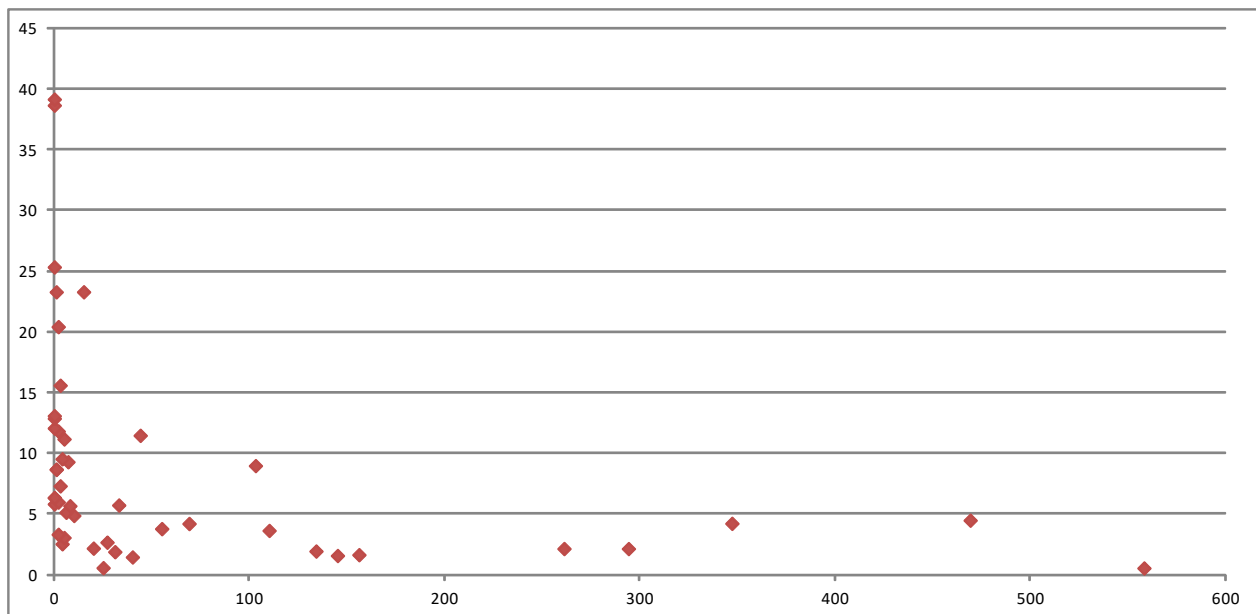


fig. 42 : Nuage de points pour les sessions estivales, avec l'indice d'activité de chasse en ordonnée et la distance de chaque point à la plus proche surface en eau libre (en mètres) en abscisse.

Les résultats obtenus pour les différents types d'habitats de la zone d'inondation sont sensiblement supérieurs à ceux situés en périphérie terrestre du lac. L'interface eaux libres/roselières est non seulement le type d'habitat atteignant l'abondance maximale en chiroptères (toutes espèces confondues), mais aussi celui atteignant la valeur la plus élevée pour la fréquence relative des chasses. La valeur forte obtenue par les prés-marais est en fait due à un seul point, le Marais Michaud, qui obtient un score de 39.12 en raison de la présence constante durant la session échantillon d'Oreillard gris en chasse.

Globalement, on peut d'ailleurs émettre l'hypothèse que la valeur pour l'alimentation des différents points est davantage liée à la proximité de surfaces en eau de taille suffisante. En effet, il apparaît qu'au sein des types d'habitats en dehors de la zone centrale, ceux situés à proximité d'une pièce ou d'un cours d'eau sont nettement plus riches. La figure 42 montre cette relation entre niveau de l'activité alimentaire et proximité de l'eau, ce qui est évidemment attendu pour des animaux insectivores. A noter toutefois que l'indice d'activité de chasse varie entre 3 et 40, même en ne sélectionnant que les points situés à moins de 5 mètres de l'eau .



D.3. Statuts des espèces

Ce chapitre propose une synthèse des données obtenues en les présentant pour chacune des espèces, ce qui permettra de mieux en cerner le statut sur le lac de Grand-Lieu et ses environs proches. Les tableaux présentant ces données par site précisent lorsque nécessaire s'il s'agit des sessions printanières, mai-juin (« P ») ou estivales, août-septembre (« E »).

D.3.1. Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)

Cette espèce est présente dans toute la France et considérée comme « peu ou localement commune » en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France ne semble pas préoccupant (LC), mais l'espèce est considérée comme prioritaire par la déclinaison régionale du PNA Chiroptères, en raison de la forte proportion de la population nationale accueillie par les Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte généralement dans les grottes et les bâtiments, comme c'est le cas pour quelques individus sous la Maison Guerlain. Les terrains de chasse favorisés sont constitués de pâture et parcelles ouvertes séparées de grandes haies.

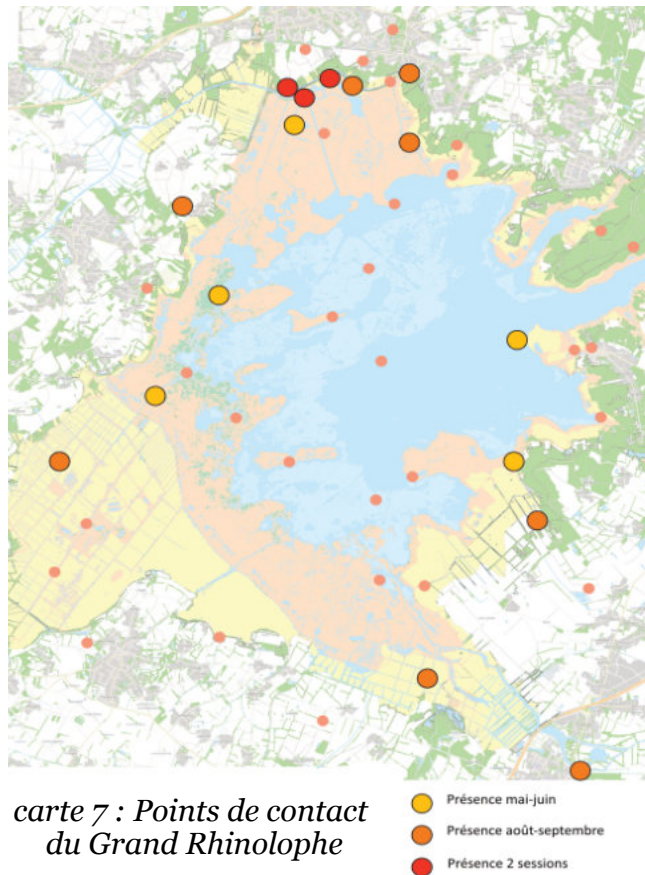
En termes de détectabilité, il s'agit d'une espèce très peu audible (environ 10 mètres), dont les vocalises sont très caractéristiques et faciles à reconnaître. L'espèce peut analyser son environnement de chasse suspendu à une branche par exemple, émettant alors ses sons sans effet Doppler. Aucun risque de confusion avec d'autres espèces.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Abbatiale (E)	3	0.46	12
Arche (P)	1	0.21	
Arsangle (E)	1	0.16	
Calvaire Butay (E)	1	0.19	
Douve du Large (P)	6	1.14	
Etier Sud (E)	160	27.97	295
Etier village (E)	1	0.17	5
Grève (P)	1	0.21	
Lambourg-Noé (P)	1	0.19	
Maison de garde (P)	1	0.18	
Maison de garde (E)	3	0.45	
Malgogne coude (P)	5	1.03	
Petit Bois (P)	1	0.20	5
Petit Bois (E)	3	0.47	2.5
Port RNN (P)	3	0.55	
Port RNN (E)	3	0.51	
Prées commune (E)	1	0.19	10
Saint-Joseph (E)	1	0.18	
Sénaigerie (E)	1	0.16	5

tableau 10 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Grand Rhinolophe (seuls les points positifs sont listés)



Le Grand Rhinolophe est une espèce manifestement assez rare à Grand-Lieu, qui a néanmoins été détectée sur 16 points différents. Trois points situés au nord du lac (Maison de garde, Petit Bois et Port RNN) sont manifestement liés au gîte situé sous la Maison Guerlain. Les autres points sont plus dispersés, même si l'espèce a été peu contactée dans le quart sud-est de la zone. Les habitats où l'espèce a été contactée sont divers, depuis l'habitat urbain aux prés-marais, aulnaies et roselières boisées, sans contact néanmoins en forêt ou sur les eaux libres. Il est intéressant de noter que les cinq points positifs uniquement sur les sessions printanières sont aussi ceux qui sont situés le plus loin vers le centre du lac. Du point de vue abondance, l'espèce est généralement contacté moins de 1% des minutes au cours d'une nuit, à raison d'un ou de deux individus. Une exception notable toutefois doit être relevée pour la nuit d'août 2019 sur le point Etier sud, où ont été enregistrées 160 minutes positives et au cours de laquelle le Grand Rhinolophe a été la troisième espèce la plus contactée.



Le Grand Rhinolophe est une espèce peu nombreuse et globalement peu détectée sur le lac et ses environs. Elle l'a néanmoins été jusque dans les roselières boisées, sur les prés-marais et au contact de l'eau libre.

D.3.2. Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*)

Le Murin de Daubenton est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France, où elle est généralement commune. Elle est considérée comme commune en Loire-Atlantique également, sans indication sur sa tendance démographique. Son statut Liste Rouge UICN France est non préoccupant (LC) mais « quasi-menacé » (NT) en Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte généralement dans les cavités arboricoles ou sous des ouvrages d'art et est un spécialiste de la chasse à la surface des eaux libres. Comme tous les murins, il s'agit d'une espèce peu audible (distance de détection de 10 à 15 mètres), qui peut être confondue avec d'autres murins, en particulier le Grand Murin, le Murin à moustaches et le Murin de Bechstein (v. chapitre C.3.4.3. p. 23).

Le Murin de Daubenton est une espèce commune à Grand-Lieu. Les deux tableaux suivants présentent les résultats obtenus pour le site.



Le Murin de Daubenton s'est montré lors de la totalité des 26 nuits d'enregistrement en mai-juin et sur 45 des 46 nuits d'août-septembre. Son temps de présence atteint 33.7% des minutes au printemps et 20.1% en été, alors même que l'espèce figure parmi les moins audibles. Il s'agit donc d'une espèce très présente, ces valeurs n'étant battues que par les trois espèces communes de pipistrelles. En termes d'abondance, le Murin de Daubenton arrive là-aussi en quatrième position derrière les trois mêmes espèces de pipistrelles. En mai-juin sur les 25 points de la zone centrale du lac, son indice d'abondance corrigé atteint même la valeur de 247, ce qui le hisse au niveau de celui de la Pipistrelle de Kuhl (IC moyen de 262), nettement devant la Pipistrelle de Nathusius (IC moyen de 152). Sur les sessions d'août-septembre, le Murin de Daubenton s'est montré moins abondant, puisque son indice d'abondance corrigé est divisé par deux par rapport à celui du printemps (IC moyen de 121) sur les mêmes points.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Arche	247	50.9	222.1	9.77
Bonhomme	2	0.39		
Boulogne	84	17.2	88.5	18.9
Bouquet à Ruby	278	54.6	210.4	0
Cabanne	296	59.1	308.9	40
Canal Guerlain	327	64.5	258.9	0
Capitaine	367	71.5	776.5	7.95
Douve du Large	85	16.2	61.8	35.1
Etier Sud	293	58.7	250.5	0
Grain d'Avant	174	35.9	125.5	8
Grève	146	30.2	35.1	0
Herbier Brebis	37	7.6	25.1	0
Jean-Gouy	154	31.5	178.7	0
Lambourg Noé	82	15.7	50.1	6.7
Large	184	37.5	931.9	13.4
Maison de garde	53	9.5	25.1	0
Malgogne coude	102	21.1	95.2	1.75
Malgogne levis	66	12.6	53.4	21.9
Morne	234	48.2	340.7	10.3
Parielle	120	24.1	81.8	8.16
Petit Bois	39	7.7	3.3	0
Pointe Monloup	369	74.1	1052.1	6.34
Port d'hiver	94	19.4	68.47	2.43
Port RNN	312	59.1	921.8	10.5
Sénaigerie	25	4.98	15.03	0

tableau 11 : temps de présence, Indice d'abondance corrigé et Indice d'activité de chasse pour le Murin de Daubenton en mai-juin (seuls les points positifs sont listés)

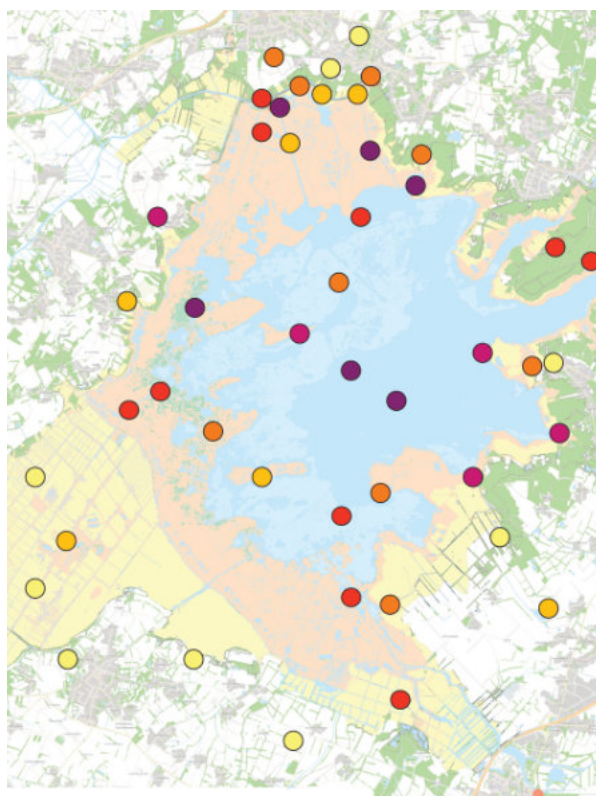
Ci-contre : tableau 12 : temps de présence, Indice d'abondance corrigé et Indice d'activité de chasse pour le Murin de Daubenton en août-septembre (seuls les points positifs sont listés)



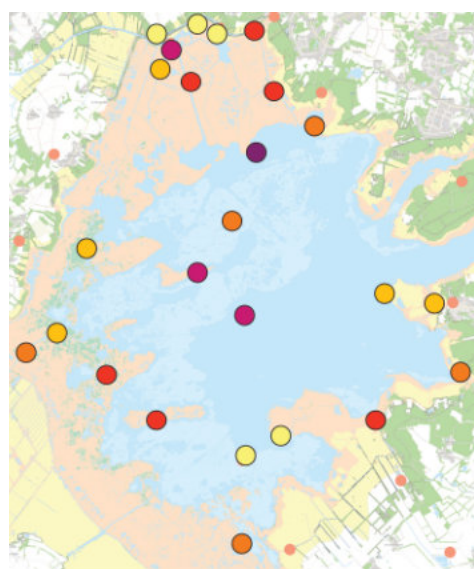
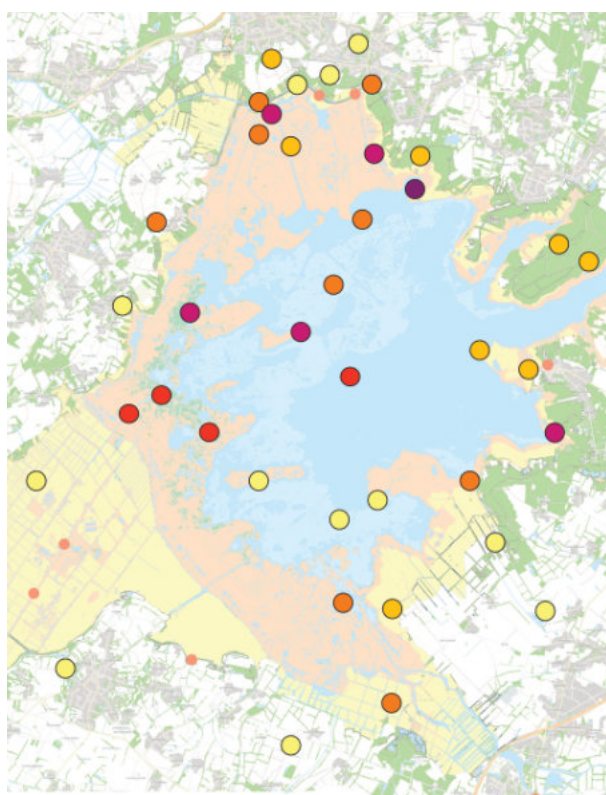
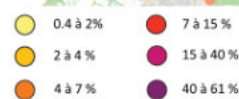
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Allée Guichaud	6	0.87	6.7	0
Arche	127	18.5	66.8	10
Arsangle	9	1.41	3.3	0
Bas Fief	3	0.44		
Bois de l'Étier	26	4.46	28.4	0
Bonhomme	21	4.16	3.3	0
Boulogne	62	9.94	40.1	0
Bouquet à Ruby	17	2.71	8.3	0
Brèche fouérouse	4	0.74		
Breil	13	2.00	6.7	0
Cabanne	19	3.30		
Calvaire Butay	83	15.6	56.8	0
Canal Guerlain	21	3.52	25	0
Capitaine	213	34.9	200	5
Ch. Sénaigerie	3	0.44	5	0
Douve du Large	55	9.27	41.7	16
Effetrie	15	2.77	3.3	0
Étier Sud	313	54.7	441	4.54
Étier village	33	5.56	30	0
Fausse aux loups	21	3.85		
Grain d'Avant	241	35.9	162	2.06
Grève	181	29.6	18.4	0
Halbrandière N.	43	7.61	26.7	0
Halbrandière S.	82	14.3	13.4	0
Herbier Brebis	65	10.0	5	0
Jamonières	12	1.79	8.3	0
Jean-Gouy	37	6.01	33.4	5
Lambourg Noé	302	50.4	312	32.1
Large	288	46.5	75.1	11.1
Maison de garde	75	11.1	50	0
Maison du lac	28	5.10	10	0
Malgogne coude	77	12.2	71.8	0
Malgogne levis	84	13.9	73.5	15.9
Malsaine	4	0.59	8.3	0
Marais Michaud	61	11.0	30	0
Morne	37	6.15	75.1	4.44
Parielle	395	60.4	908	16.7
Passay	3	0.48		
Petit Bois	28	4.40	6.7	0
Pointe Monloup	44	7.73	31.7	0
Port d'hiver	45	6.74	16.7	0
Port RNN	336	57.5	357	5.14
Prées commune	9	1.67	3.3	0
Saint-Joseph	26	4.67	15	0
Sénaigerie	15	2.34		



Que ce soit en termes de temps de présence ou d'abondance, le Murin de Daubenton montre des répartitions géographiques assez similaires, les valeurs étant accrues sur la partie centrale du lac par rapport à celles obtenues sur les prés-marais et la périphérie. Chaque zone est toutefois hétéroclite, certains points de la zone centrale restant faibles et d'autres en périphérie étant fort. Il faut probablement distinguer les points où l'espèce chasse, situés près de l'eau (v. pages suivantes) et ceux à proximité de gîtes potentiels. Les valeurs obtenues par exemple sur certains points situés loin du lac (Halbrandière, Bois de l'Etier, Calvaire du Butay) concernent très probablement des individus près de leur gîte ou en transit vers ou depuis le lac.



carte 8 : temps de présence (% des minutes positives) du Murin de Daubenton (août-septembre)

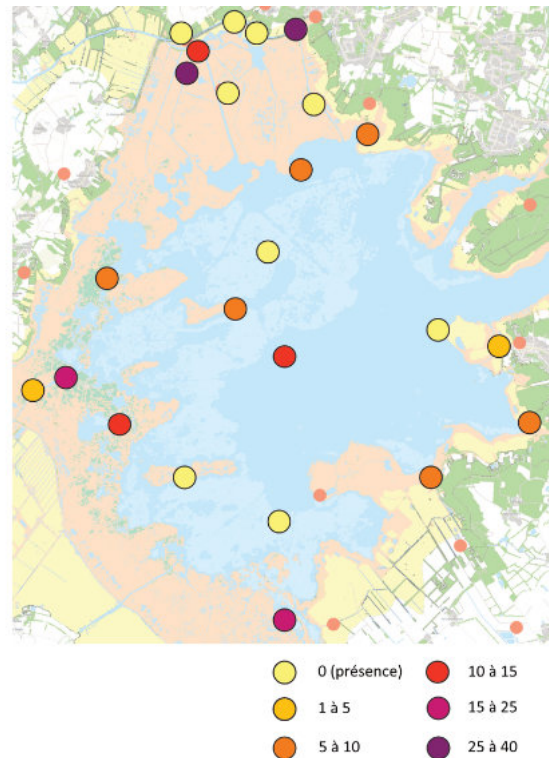


cartes 9 et 10 : indice d'abondance corrigé pour le Murin de Daubenton (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à gauche).



En termes d'activité de chasse, la répartition des données (carte 11) semble tout aussi hétérogène, des points proches et apparemment semblables obtenant des valeurs très différentes. Cela reflète sans doute des conditions très variables dans l'abondance ou l'accessibilité des proies.

Il semble par ailleurs que le Murin de Daubenton atteint globalement des valeurs un peu moins fortes que celles des autres espèces communes. Ainsi, le nombre de chasse pour 100 individus détectés atteint en moyenne 5.22 sur l'ensemble des nuits d'enregistrement, alors que cette valeur est de 5.48 pour la Pipistrelle de Kuhl, et se situe entre 6.84 et 7.98 pour les deux autres pipistrelles et la Noctule commune. En détail, les données confirment bien les impressions fournies par la carte 11 ci-contre, à savoir que le Murin de Daubenton ne chasse activement que sur certains points ou dans certaines conditions. Le tableau 13 ci-dessous compare les données obtenues pour cette espèce et les quatre autres espèces communes sur le lac, pour lesquelles les données sont suffisamment nombreuses pour être comparées.



carte 11 : indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps) en mai-juin

tableau 13 : indice d'activité de chasse moyen pour les différentes espèces communes

	Nuits positives		Nuits avec I chasse ≠ 0	
	Nb	I chasse moyen	Nb	I chasse moyen
Murin de Daubenton	63	5.22	27 (43%)	12.20
Pipistrelle commune	71	7.98	70 (99%)	8.09
Pipistrelle Kuhl	71	5.48	63 (89%)	6.18
Pipistrelle de Nathusius	71	6.84	51 (70%)	9.02
Noctule commune	69	7.58	53 (75%)	10.46

Ainsi, des séquences de chasse ont été détectées au cours de 70 à 99% des nuits positives (dans le cadre de échantillonnage abondance) selon les espèces, alors que pour le Murin de Daubenton, des chasses n'ont été détectées qu'au cours de 43% des nuits où l'espèce elle-même l'a été. En revanche, si on ne tient compte que des nuits au cours desquelles au moins une séquence de chasse a été enregistrée, l'activité de chasse paraît plus intense chez le Murin de Daubenton que chez les quatre autres espèces. On pourrait en déduire que cette espèce est plus exigeante quant aux conditions nécessaires à ses activités alimentaires.

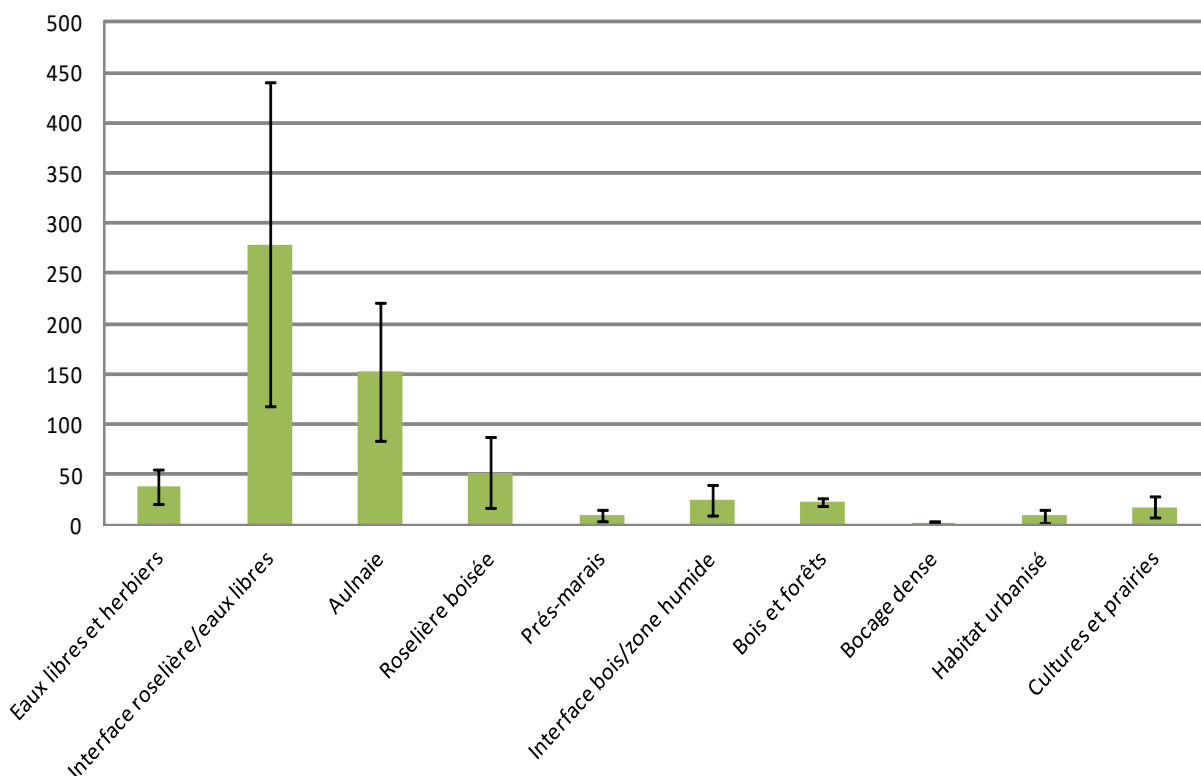


Autre originalité de l'espèce qui mériterait d'être étudiée plus avant, les différences des valeurs entre saisons. En effet, les différents indices (temps de présence, abondance et activités de chasse) sont plus faibles en mai-juin qu'en août-septembre pour toutes les autres espèces communes, ce qui paraît logique dans la mesure où les jeunes viennent en renfort des adultes en milieu d'année. A moins d'un effet-année important (comparaison entre le printemps 2020 et l'été 2019) uniquement pour cette espèce, il apparaît que ce serait l'inverse chez le Murin de Daubenton, qui est même jusqu'à deux fois plus abondant au printemps qu'en été, à points équivalents bien entendu. Est-ce que cela reflète une concentration accrue d'individus se nourrissant sur le lac au printemps ?

	Printemps (mai-juin)		Été (août-septembre)	
	Moy.	σ	Moy.	σ
Temps de présence (% de minutes positives)	33.3	22.9	20.1	19.7
Indice d'abondance corrigé	247.2	317	121	162
Indice des activités de chasse	8.38	10.96	5.56	6.98

tableau 14 : différences entre saisons pour les différents indices du Murin de Daubenton (25 points de la zone centrale)

fig. 43 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour le Murin de Daubenton en août-septembre



Une rapide analyse en termes d'habitats montre bien que l'espèce est très liée aux différents milieux naturels de la zone humide avec une forte préférence pour les rives de la roselière boisée côté zone centrale en eau, ainsi que pour les aulnais, largement pourvus en bassins ouverts de taille variable. Le Murin de Daubenton se montre



moins commun mais toujours bien présent sur les herbiers flottants et le centre de la zone lacustre en eau libre, ainsi que dans les bois riverains et leurs franges avec la zone humide. Il est en revanche beaucoup moins nombreux voire rare sur les prés-marais, dans le bocage, les cultures et les habitats urbanisés. La figure 44 ci-dessous montre même que, dans le cadre de l'échantillonnage «abondance», des activités de chasse n'ont été détectées que dans les habitats de la zone humide, à l'exception des prés-marais. On peut aussi mettre en relation les indices d'abondance et d'activité avec la proximité de l'eau, indépendamment des habitats naturels. En tenant compte des 46 nuits d'enregistrement en août-septembre, le micro est situé à moins de 10 mètres (distance maximale à laquelle le Murin de Daubenton est audible) d'une surface en eau pour 26 points. Sur ces 26 points, la moyenne de l'indice d'abondance corrigé atteint la valeur de 117 (σ 199) et la moyenne de l'indice des activités de chasse est de 5.33 chasses pour 100 individus détectés (σ 8.02). Sur les 20 points situés à plus de 10 mètres d'une surface en eau, l'abondance moyenne est près de dix fois moindre (12.02,

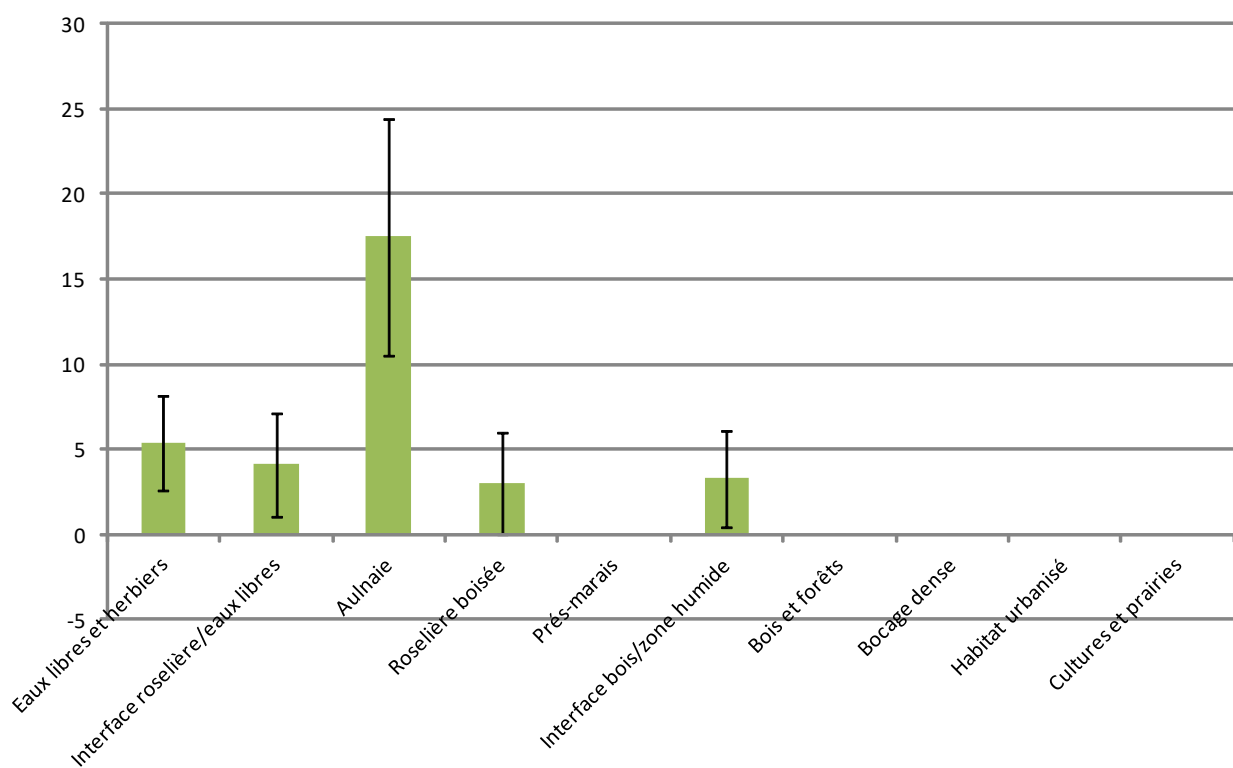


fig. 44 : indice des activités de chasse par grands types d'habitats pour le Murin de Daubenton

Plus encore que pour d'autres espèces, étant donné la forte attirance du Murin de Daubenton pour les surfaces en eau, se pose la question de la localisation des gîtes diurnes et lieux de reproduction, et de savoir si les zones boisées de la partie centrale du lac en accueillent. La figure 45 page suivante apporte un élément de réponse en comparant, pour les nuits d'août-septembre lors desquelles il existe au moins 5 minutes positives pour l'espèce, la distance du point à la limite des hautes eaux d'hiver (valeurs en mètres, négative pour les points lacustres) et l'heure d'arrivée du premier Murin de Daubenton de la nuit (en minutes par rapport au coucher du soleil).



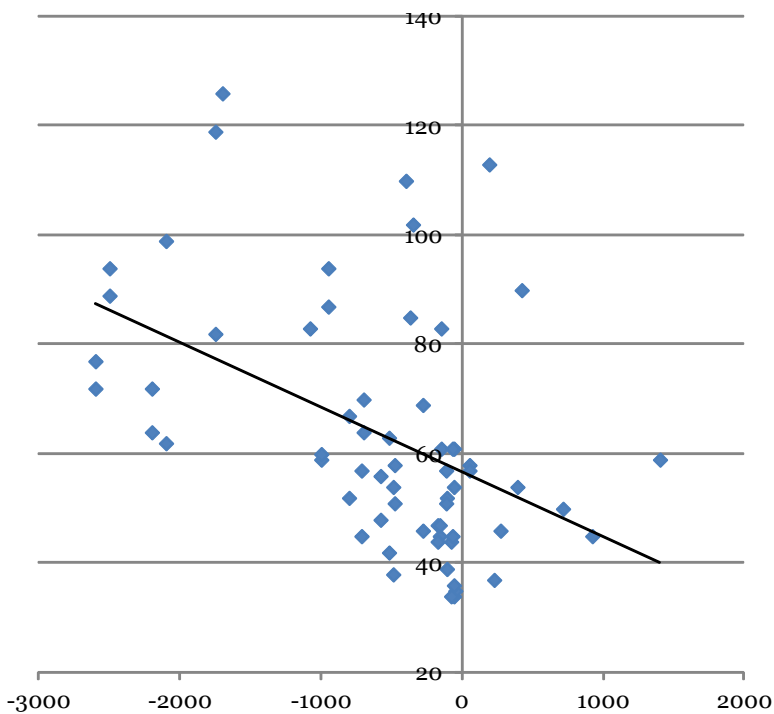


figure 45 : relation entre distance du point à la limite de la zone d'inondation (abscisse, en m) et heure d'arrivée (ordonnée, en min., par rapport au coucher du soleil) pour le Murin de Daubenton

Il apparaît donc clairement que plus les points sont situés loin à l'intérieur de la zone humide, plus les Murins de Daubenton arrivent tard dans la nuit, ce qui suggère qu'au moins une large majorité d'entre eux gîtent en dehors de la zone humide.

Le Murin de Daubenton est l'espèce la plus abondante sur le lac après les trois pipistrelles « communes ». Sur les 25 points de la zone centrale, il s'est montré nettement plus abondant en mai-juin 2020 qu'en août-septembre 2019, ce qui, à moins d'un fort effet-année, pourrait montrer une saisonnalité en faveur du printemps à l'opposé de ce que montre les autres espèces. Le Murin de Daubenton est nettement plus abondant dans les habitats de la zone centrale du lac qu'en sa périphérie, délaissant les prés-marais et les habitats terrestres où il ne chasse par ailleurs pratiquement pas. Le lac de Grand-Lieu constitue indéniablement un terrain de chasse majeur pour cette espèce.

D.3.2. Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*)

Le Murin à moustaches est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France, mais plus rare dans le tiers sud et en Bretagne. Elle est considérée comme commune en Loire-Atlantique, et possiblement en augmentation. Son statut Liste Rouge UICN France est non préoccupant (LC). L'espèce gîte généralement dans les bâtiments et les cavités, et se montre aussi arboricole. Apprécie notamment les plans d'eau et zones humides comme terrain de chasse. Comme tous les murins, il s'agit d'une espèce peu audible (distance de détection de 10 mètres), qui peut être confondue d'autres murins, en particulier le Murin de Daubenton (v. chapitre C.3.4.3. p. 23). Par prudence et vu l'abondance de ce dernier, il est possible que la présence du Murin à moustaches ait été un peu sous-estimée, notamment dans le cas de signaux distants.



	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Allée Guichaud	1	0.14	
Arche	1	0.15	
Arsangle	1	0.16	
Bas Fief	9	1.31	2.5
Bois de l'Etier	3	0.51	
Bonhomme	1	0.20	5
Boulogne	1	0.16	10
Breil	1	0.15	
Cabanne	15	2.61	7.5
Calvaire Butay	4	0.75	
Capitaine	27	4.43	37.5
Ch. Sénaigerie	3	0.44	
Douve du Large	2	0.34	
Effetrie	2	0.37	
Etier Sud	14	2.45	
Etier village	6	1.01	
Fausse aux loups	3	0.55	5
Grain d'Avant	6	0.89	12.5
Grève	13	2.12	35
Halbrandière N.	12	2.12	5
Halbrandière S.	5	0.87	10
Jean-Gouy	2	0.32	
Lambourg Noé	2	0.33	
Maison de garde	18	2.67	10
Maison du lac	1	0.18	
Malgogne coude	2	0.32	
Malgogne levis	3	0.50	
Marais Michaud	1	0.18	5
Morne	13	2.16	
Parielle	24	3.67	7.5
Passay	3	0.48	5
Petit Bois	25	3.92	62.5
Pointe Monloup	6	1.05	
Port RNN	4	0.68	
Prées commune	2	0.37	2.5
Saint-Joseph	2	0.36	
Sénaigerie	14	2.18	5

tableau 15 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Murin à moustaches en août-septembre (seuls les points positifs sont listés).

le Murin à moustaches est une espèce peu commune à Grand-Lieu, mais néanmoins le second murin par ordre d'abondance après le Murin de Daubenton. Il a été détecté sur 11 des 25 points (44%) réalisés en mai-juin sur la partie centrale, et sur 20 de ces mêmes points (80%) en août-septembre. Toujours en été, ce taux reste inchangé en incluant la totalité des 46 points suivis, puisque 37 se sont montrés positifs. Les données sur le temps de présence indiquent que l'espèce se montre généralement peu, entre 1 et 12 minutes positives par nuit pour les sessions de mai-juin (4.42 minutes en moyenne pour les points positifs), et entre 1 et 27 minutes positives par nuit pour les sessions d'août-septembre (6.81 minutes en moyenne pour les points positifs). Les données sur l'indice d'abondance corrigé apportent les mêmes informations, avec une valeur moyenne sur les 25 points de la zone centrale au printemps de 3.9, contre 7.9 pour les mêmes points en août-septembre et 5.05 à la même époque en incluant les points périphériques. Il s'agit donc d'une espèce peu mais régulièrement détectée, et qui l'a été entre 1.5 et 2 fois plus à l'été 2019 qu'au printemps 2020.

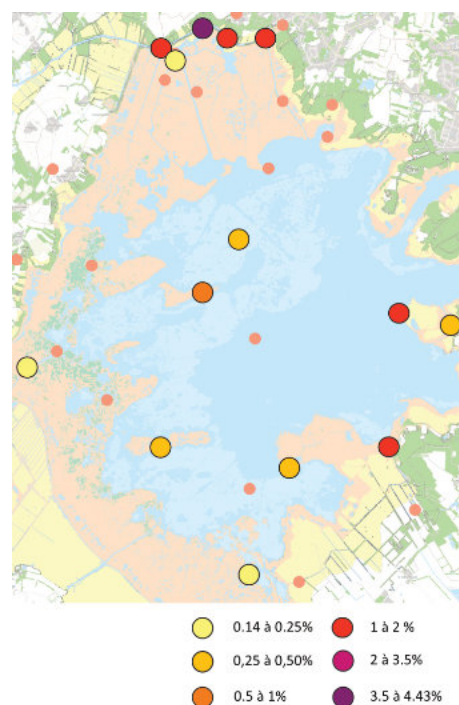
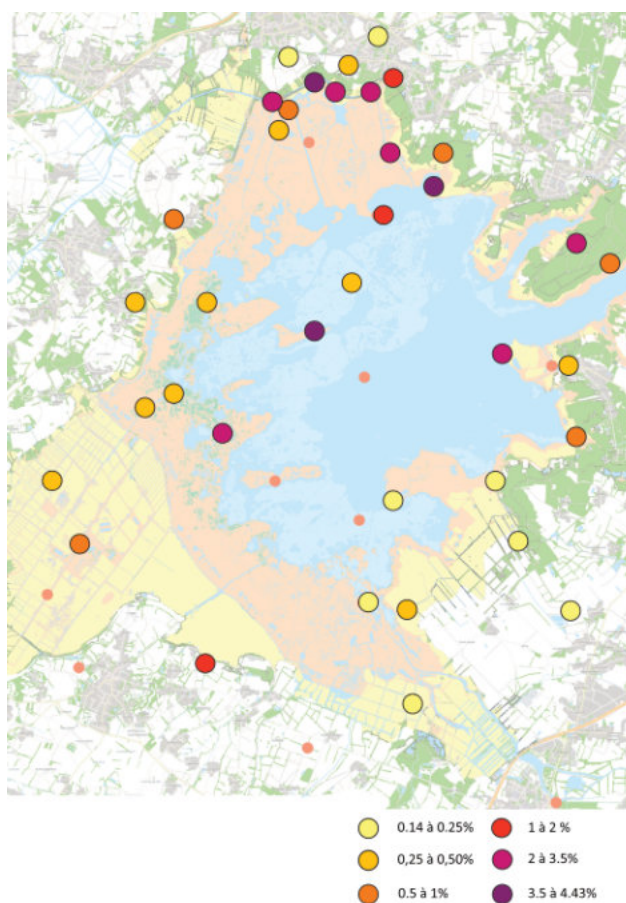
Concernant sa répartition, les cartes 12 et 13 à la page suivante montrent, avec des données disponibles sans doute insuffisantes pour être conclusives, un secteur d'activité plus forte à nord du lac, sur la Chaussée. Plusieurs points qui y sont situés obtiennent des valeurs fortes que ce soit au printemps ou en été. Ces mêmes cartes laissent à penser que l'espèce est nettement plus rare au sud qu'au nord, et peut-être plus présente sur la zone humide en été qu'au printemps.



	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Arche	9	1.86	
Bonhomme	2	0.39	
Boulogne	1	0.20	
Bouquet à Ruby	2	0.39	
Cabanne	6	1.20	10
Capitaine	4	0.78	17.5
Grève	6	1.24	
Herbier Brebis	2	0.41	
Maison de garde	8	1.44	2.5
Malgogne coude	1	0.21	
Petit Bois	12	2.38	32.5
Port d'hiver	2	0.41	
Port RNN	1	0.19	2.5
Sénaigerie	6	1.20	27.5

Les deux cartes ci-dessous et la figure 46 page suivante montrent bien que le Murin à moustaches s'aventure facilement sur le lac même. Le point situé sur l'Île de la Capitaine, vers le centre du lac, obtient même la plus forte valeur en temps de présence (27 minutes positives). Les habitats fréquentés sont donc divers, l'espèce ayant été notée au moins une fois dans tous les grands types de milieux naturels. Il semble plus présent en milieu forestier et en lisière forêt/zone humide, ainsi que localement en bordure de la zone centrale en eau.

tableau 15 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Murin à moustaches en mai-juin (seuls les points positifs sont listés).



cartes 12 et 13 : temps de présence relatif (% des minutes positives) pour le Murin à moustaches (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à gauche).



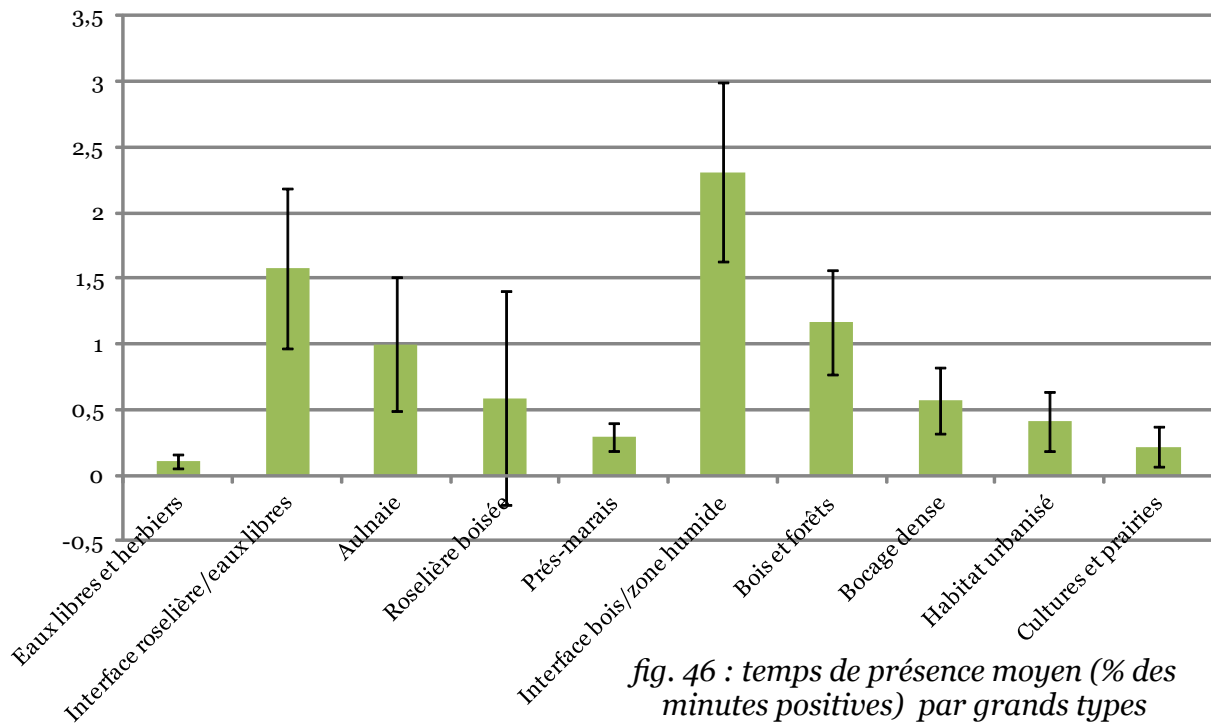


fig. 46 : temps de présence moyen (% des minutes positives) par grands types d'habitats pour le Murin à moustaches

Le Murin à moustaches est une espèce peu commune mais bien présente, contactée sur 80% des points réalisés en été, avec en moyenne moins de 7 minutes positives par nuit. Il semble un peu moins commun au printemps qu'en été. L'espèce peut être rencontrée dans tous les habitats, y compris au centre du lac, mais semble préférer les milieux boisés et leur lisière.

D.3.4. Murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*)

Le Murin d'Alcathoe est une espèce de petite taille, le plus petit des *Myotis*, et n'a été décrite en France qu'en 2001. Elle y est présente un peu partout, mais semble plus rare dans le tiers sud et dans le nord du pays. Elle est considérée comme peu ou localement commune en Loire-Atlantique, sans tendance connue. Son statut Liste Rouge UICN France est non préoccupant (LC), mais demanderait des informations complémentaires en Pays-de-la-Loire (DD). L'espèce gîte généralement dans les cavités d'arbres, et semble préférer les bois frais et humides. Ce murin figure parmi les espèces les moins audibles (distance de détection de 10 mètres) et peut être confondu avec d'autres espèces émettant des sons à fréquence élevée, en particulier le Murin à oreilles échancrées (v. chapitre C.3.4.3. p. 23).

Dans le cadre de cette étude, l'espèce n'a été contactée que sur huit points. Le point Halbrandière Nord a été également permis d'enregistrer l'espèce, mais au cours d'une nuit d'août 2020 non prise en compte dans ce protocole. En détail, les huit points en question ont été visités par l'espèce lors des sessions d'août-septembre, et un seul, le Port RNN, l'a été au cours des sessions de mai-juin. C'est évidemment insuffisant pour en tirer des conclusions, mais l'espèce serait possiblement plus nombreuse en été qu'au printemps.

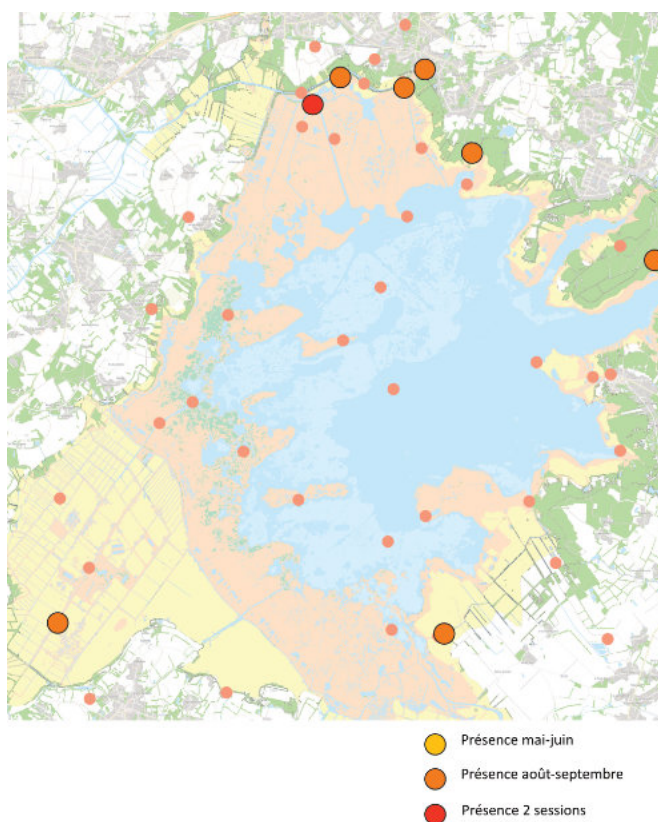


	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Bois de l'Etier (E)	1	0.17	
Brèche fouérouse (E)	1	0.18	
Etier Sud (E)	2	0.35	
Etier village (E)	3	0.51	
Halbrandière S. (E)	2	0.35	
Petit Bois (E)	2	0.31	2.5
Port RNN (E)	1	0.17	5
Port RNN (P)	3	0.57	
Saint-Joseph (E)	1	0.18	

tableau 17 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Murin d'Alcathoe (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)

carte 14 : Points de présence du Murin d'Alcathoe

Le tableau ci-dessus montre bien que cette espèce n'est détectée que très épisodiquement, y compris là où elle est présente. En effet, ce sont entre un et trois passages individuels qui ont été recensés chaque nuit, dont deux en tout dans le cadre de l'échantillonnage « abondance ». Ceci est manifestement dû à la détectabilité très faible de l'espèce. La carte ci-contre montre une certaine concentration des points positifs entre la Chaussée et le Bois de l'Etier, au nord du lac. L'espèce est aussi présente dans le Bois de l'Halbrandière à l'est. Les deux points méridionaux sont un peu plus inattendus, tous deux situés dans des haies de saules sur les prés-marais, où tous les murins sont pourtant rares.



Le Murin d'Alcathoe est une espèce peu commune, même si sa très faible détectabilité fait sans doute que sa fréquence est sous-estimée. Elle a été trouvée surtout dans les bois du nord-est du lac. Une prospection poussée serait nécessaire pour mieux cerner son statut.



D.3.5. Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)

Le Murin à oreilles échancrées est une espèce de taille moyenne, présente un peu partout en France et considérée comme en augmentation au moins localement. Elle reste cependant considérée comme peu ou localement commune dans beaucoup de départements, comme c'est d'ailleurs le cas en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France est non préoccupant (LC). L'espèce gîte généralement dans les souterrains et bâtiments, et semble préférer les milieux modérément à fortement boisés pour chasser. Ce murin est l'espèce la moins audible de son genre (distance de détection de 10 mètres et même 8 en milieu fermé) et peut être confondu avec d'autres espèces émettant des sons à fréquence élevée, en particulier les Murins à moustaches, de Bechstein et d'Alcathoe (v. chapitre C.3.4.3. p. 23).

Le tableau ci-contre montre que les contacts avec cette espèce sont relativement rares, puisque seuls 11 des 46 nuits réalisées en août-septembre se sont révélées positives, auxquelles s'ajoutent 4 nuits sur les 25 réalisées en mai-juin. Seul un site est commun aux deux saisons, la Cabanne des pêcheurs située sur la Chaussée au nord du lac. Deux autres points, Halbrandière Nord et l'Abbatiale à Saint-Philbert, ont été également permis d'enregistrer l'espèce, mais au cours de nuits d'août 2020 non prises en compte dans ce protocole. Comme pour le Murin d'Alcathoe, les données sont insuffisamment nombreuses à ce stade, mais l'espèce pourrait être plus nombreuse en été qu'au printemps.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Allée Guichaud (E)	1	0.14	
Bois de l'Etier (E)	2	0.34	
Cabanne (P)	1	0.20	
Cabanne (E)	3	0.52	
Canal Guerlain (P)	1	0.20	2.5
Ch. Sénaigerie (E)	1	0.15	
Etier Sud (E)	6	1.05	7.5
Grain d'Avant (P)	1	0.21	
Halbrandière N. (E)	2	0.35	
Maison de garde (E)	1	0.15	
Marais Michaud (E)	1	0.18	
Petit Bois (E)	2	0.31	
Pointe Monloup (P)	1	0.20	
Port RNN (E)	2	0.34	
Sénaigerie (E)	4	0.62	

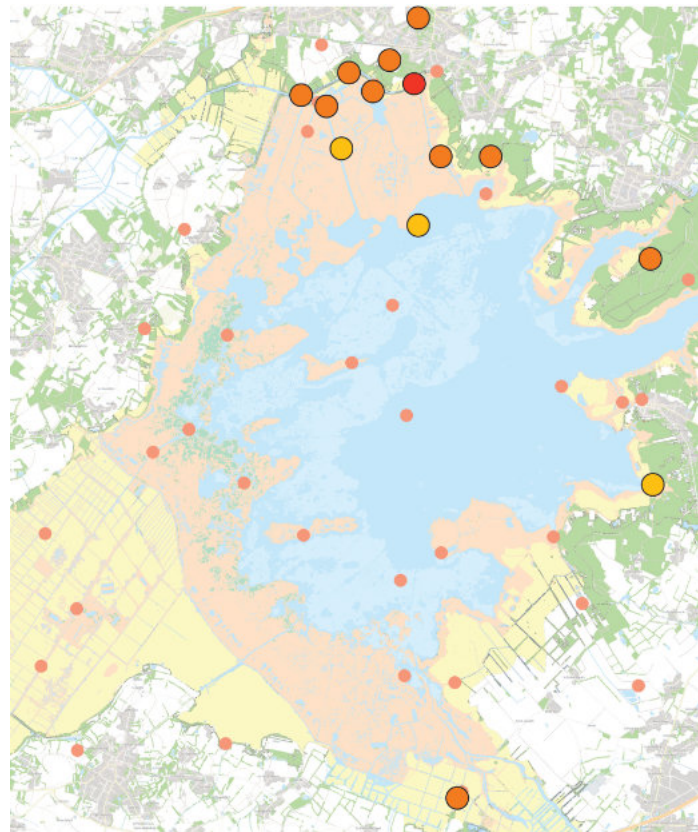
tableau 18 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Murin à oreilles échancrées (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)

L'espèce est peu détectée même là où elle est présente, comme l'atteste le nombre d'enregistrements au cours de chaque nuit, avec un maximum de 6 minutes positives pour le site Etier Sud. Elle a par ailleurs été enregistrée deux fois seulement dans le cadre de l'échantillonnage « abondance ». La carte 15 à la page suivante montre la répartition des points positifs pour le Murin à oreilles échancrées et une concentration singulière de ces points sur la Chaussée, au nord du lac. Six points d'enregistrement y ont été suivis, et tous se sont révélés positifs pour cette espèce, sachant que cinq autres points positifs se situent à moins de deux kilomètres de là. En fait, seuls quatre points ont, sur la base de ce jeu de données, révélé la présence de l'espèce ailleurs sur le lac.



Cette concentration, qui comprend aussi le seul point sur lequel l'espèce a été détectée au cours des deux saisons, suggère fortement la présence de gîtes à proximité. Il est d'ailleurs intéressant de noter que l'espèce est réputée former facilement des colonies mixtes avec le Grand Rhinolophe, et de voir que la répartition de ce dernier à Grand-Lieu est assez similaire...

Les données disponibles sont trop limitées pour discerner des préférences en termes d'habitats, mais il paraît assez clair que l'espèce apprécie la présence de grands arbres épars, comme c'est le cas sur la majorité des points positifs, situés en vieille chênaie ou dans des parcs arborés. Relevons enfin que trois des quatre occurrences situées loin dans la zone d'inondation sont aussi printanières.



carte 15 : points de présence du Murin à oreilles échancrées

- Présence mai-juin
- Présence août-septembre
- Présence 2 sessions

Le Murin à oreilles échancrées est une espèce peu commune, même si sa très faible détectabilité fait sans doute que sa fréquence est sous-estimée. Il faut d'ailleurs rappeler qu'un certain nombre de contacts trop brefs (peu de signaux) ou trop lointains ont été écartés par prudence, mais proviennent tout de même possiblement de cette espèce. La répartition des points se concentre autour de la Chaussée, au nord du lac, même si l'espèce a aussi été contactée ailleurs, y compris une fois dans les roselières boisées du lac et deux fois en bordure de la zone centrale en eau.



D.3.6. Murin de Natterer (*Myotis nattereri*)

Le Murin de Natterer est une espèce de taille moyenne, présente un peu partout en France mais d'abondance variable d'une région à l'autre. Elle est considérée comme peu ou localement commune dans beaucoup de départements, mais reste commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France est non préoccupant (LC). L'espèce gîte généralement dans les souterrains, bâtiments, ouvrages d'art mais aussi les arbres. Il apprécie les milieux boisés pour chasser, mais se rencontre aussi en lisière et en milieu plus ouvert. Ce murin est plus audible que les Murins à oreilles échancrées ou d'Alcathoe (distance de détection de 15 mètres en milieu ouvert) et est assez facile à identifier. Certains sons peuvent néanmoins être confondus avec ceux du Grand Murin par exemple (v. chapitre C.3.4.3. p. 23).

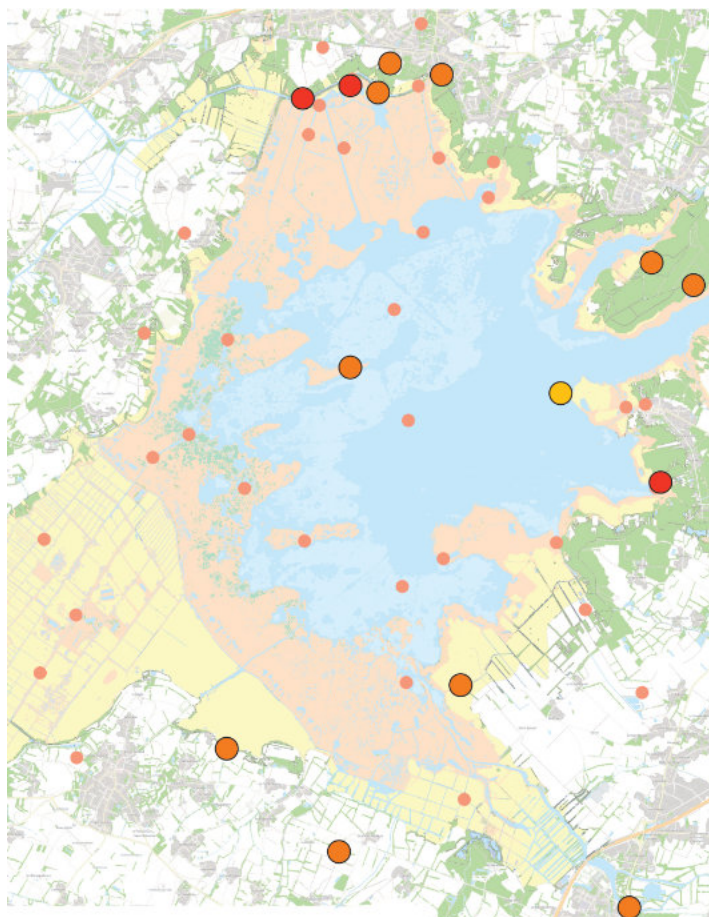
A noter en remarque que le Murin de Natterer au sens large est composé de plusieurs espèces très proches mais génétiquement différentes. Ainsi, le Murin cryptique (*Myotis crypticus* Ruedi, Ibáñez, Salicini, Juste & Puechmaille, 2018) a été décrit très récemment, son statut et sa répartition étant encore très mal connus. Ils paraissent à ce stade indistinguables sur le terrain ou sur la base d'analyses acoustiques.

Le tableau 19 ci-contre reprend les données obtenues pour le Murin de Natterer. L'espèce a été contactée sur quatre points parmi les 25 suivis en mai-juin, puis sur 13 points parmi les 46 suivis en août-septembre. Comme pour les autres murins rares, le Murin de Natterer est peu ou très peu contacté même lorsqu'il est présent, puisqu'au mieux, il l'a été au cours de 7 minutes par nuit, en deux points. L'espèce a aussi été détectée sur 5 points dans le cadre de l'échantillonnage « abondance ». A noter enfin que le Murin de Natterer a été enregistré au cours de toutes les nuits effectuées en dehors du présent protocole sur les deux points du Bois de l'Halbrandière, confirmant une présence peut-être plus forte sur ce site.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Abbatiale (E)	1	0.15	1.7
Bas Fief (E)	1	0.15	
Capitaine (E)	2	0.33	
Ch. Sénéaigerie (E)	3	0.44	
Etier village (E)	7	1.18	
Grain d'Avant (P)	1	0.21	
Grain d'Avant (E)	1	0.15	
Grève (P)	1	0.21	3.34
Halbrandière N. (E)	7	1.24	3.1
Halbrandière S. (E)	1	0.17	
Jamonières (E)	1	0.15	
Maison de garde (P)	1	0.18	
Maison de garde (E)	4	0.59	
Petit Bois (P)	2	0.40	6.68
Petit Bois (E)	2	0.31	
Saint-Joseph (E)	1	0.18	1.7
Sénéaigerie (E)	5	0.78	

tableau 19 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Murin de Natterer (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)





carte 16 : points de présence du Murin de Natterer

- Présence mai-juin
- Présence août-septembre
- Présence 2 sessions

La carte 16 ci-contre montre que l'espèce est bien présente au nord du lac (Chaussée, Etier) où se trouvent d'ailleurs deux des trois points ayant permis des contacts à la fois au printemps et en été, et dans le Bois de l'Halbrandière. Ce sont là des habitats de type forestier classiques, même si le Murin de Natterer a également été contacté en bocage, en cultures, près des habitations, sur les prés-marais, au contact des eaux libres et même jusque sur l'île de la Capitaine au cœur du lac.

Le Murin de Natterer est une espèce peu contactée mais apparemment bien présente, principalement dans les habitats boisés mais potentiellement partout ailleurs sur le lac.

D.3.7. Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*)

Le Murin de Bechstein est une espèce de taille moyenne, présente un peu partout en France, bien que plus rare le long des côtes méditerranéennes et de la Manche. Elle n'est considérée comme commune que dans quelques départements, dont la Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France le donne « quasi-menacé » (NT). L'espèce est généralement arboricole mais peut aussi être contactée dans les souterrains, et semble préférer la forêt mûre pour chasser. Ce murin est assez peu audible (distance de détection de 15 mètres) et est réputé chasser fréquemment « à l'oreille », sans émettre d'ultrasons, passant donc plus facilement inaperçu. Certains de ses sons élevés et courts peuvent être confondus avec ceux du Murin à oreilles échancrées, tandis que les sons plus bas évoquent ceux du Grand Murin ou du Murin de Daubenton (v. chapitre C.3.4.3. p. 23).

Ce protocole n'a permis de détecter l'espèce que quatre fois, en septembre 2019 et en mai 2020 à la Maison de garde, et en août 2020 sur les points Etier village et Halbrandière-Nord. Il s'agit dans tous les cas de points situés en forêt de chênes ou à leur lisière immédiate. De plus amples recherches seraient manifestement nécessaires pour mieux comprendre le statut du Murin de Bechstein autour du lac.



D.3.8. Grand Murin (*Myotis myotis*)

Le Grand Murin est une espèce de grande taille, présente un peu partout en France et considérée comme en augmentation au moins localement. Elle est plus rare dans les départements méditerranéens, en Bretagne ou dans le nord de la France. Elle est considérée comme peu ou localement commun en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC), mais « quasi-menacé » (NT) en Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte généralement dans les souterrains naturels ou artificiels, et, pour chasser, fréquente les milieux boisés, le bocage et les pâtures. Ce murin est l'espèce la plus audible de son genre (distance de détection de 20 mètres) et peut être confondu avec d'autres espèces émettant des sons à basse fréquence, en particulier les Murins de Daubenton, de Bechstein ou de Natterer (v. chapitre C.3.4.3. p. 23). Dans la majeure partie des cas, la distinction reste cependant assez aisée.

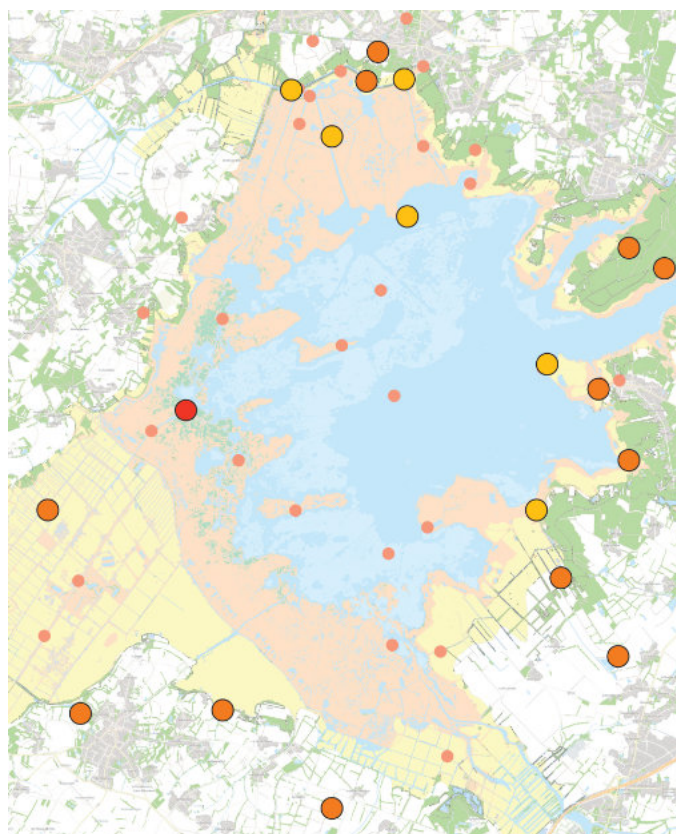
Le tableau 20 ci-contre reprend les données obtenues pour le Grand Murin. L'espèce a été contactée sur 7 des 25 points suivis en mai-juin et sur 13 des 46 points suivis en août-septembre, ce qui semble plus équilibré entre saisons que pour les autres murins « rares ». Compte tenu d'une détectabilité un peu plus forte, la fréquence de ses contacts doit avoisiner celle du Murin de Natterer. Comme pour les autres murins, l'espèce reste cependant peu détectée y compris là où elle est présente, comme en témoignent le faible nombre de minutes lors desquelles des contacts ont lieu chaque nuit (entre 1 et 6). Le Grand Murin n'a été détecté que deux fois dans le cadre de l'échantillonnage « abondance ». En plus des nuits dont les résultats sont présentés ici, le Grand Murin a été enregistré en août 2020 sur les deux points de l'Halbrandière, et en septembre 2020 sur les points Abbatale à Saint-Philbert, et Grève, devant Passay.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Arche (P)	3	0.62	
Arsangle (E)	1	0.16	
Bas Fief (E)	4	0.58	3.8
Breil (E)	1	0.15	
Cabanne (P)	1	0.20	
Canal Guerlain (P)	1	0.20	
Ch. Sénaigerie (E)	2	0.29	
Grain d'Avant (E)	4	0.60	
Grève (P)	2	0.41	
Halbrandière N. (E)	2	0.35	
Halbrandière S. (E)	4	0.70	
Jamonières (E)	2	0.30	
Maison de garde (P)	2	0.36	
Malgogne levis (P)	1	0.19	
Malgogne levis (E)	2	0.33	
Malsaine (E)	1	0.15	
Pointe Monloup (P)	6	1.20	
Port d'hiver (E)	2	0.30	
Prées commune (E)	2	0.37	3
Sénaigerie (E)	6	0.94	

tableau 20 : temps de présence et Indice d'abondance corrigé pour le Grand Murin (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)



La carte 17 ci-contre indique que l'espèce peut être rencontrée sur toute la périphérie du lac, y compris jusqu'au contact des eaux libres de la partie centrale. Elle semble bien présente dans les bois du nord et de l'est du lac (Chaussée, Halbrandière, Arsangle), mais a aussi bien été enregistrée en bocage, en milieux cultivés ouverts, sur les prés-marais et en roselière boisée. Comme ce qui a été trouvé pour d'autres espèces de murins, dont le Murin de Daubenton, il semble qu'il y ait une part de points positifs plus importante sur la zone humide au printemps qu'en été. La carte 17 montre d'ailleurs que les cinq points positifs les plus proches de la zone centrale l'ont été en mai-juin, et un seul en août-septembre.



carte 17 : points de présence du Grand Murin

- Présence mai-juin
- Présence août-septembre
- Présence 2 sessions

Le Grand Murin est une espèce peu commune, qui semble plus fréquemment se trouver dans ou à proximité des vieux boisements de chêne. L'espèce a cependant été contactée dans tous types d'habitats à l'exception de la zone des herbiers et des eaux libres.

D.3.9. Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

La Sérotine est une grande espèce, présente dans toute la France, et considérée comme assez commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN est « quasi-menacé » (NT) en France, et « vulnérable » (VU) en Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte généralement dans les bâtiments, recherche les terrains de chasse ouverts, clairières et lisières de bois et est réputée apprécier les éclairages publics. En termes de détectabilité, il s'agit d'une espèce audible de loin, avec des vocalises en FM aplanie avec FT entre 20 et 30 kHz, qui peut être confondues avec les deux espèces de Noctules (voir chapitre C.3.4.2. p. 21). Dans certains cas de signaux lointains, le risque de confusion avec un Oreillard doit être envisagé.

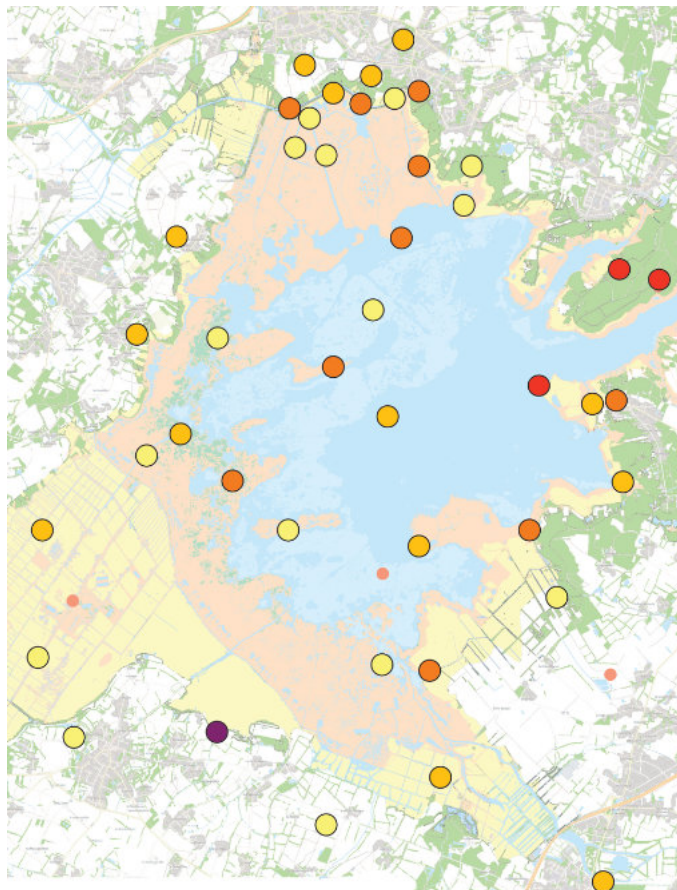
La Sérotine commune est largement répandue, mais n'est jamais nombreuse. Elle a été contactée sur 43 des 46 points lors des sessions estivales, ce qui la place derrière les trois pipistrelles, la Noctule commune et le Murin de Daubenton en matière de présence.



	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Abbatiale	10	1.53	4.4	0
Allée Guichaud	8	1.16		
Arche	26	3.78	69	18.2
Arsangle	3	0.47		
Bas Fief	79	11.52	63	8
Bois de l'Etier	4	0.69	5.7	33.3
Bonhomme	8	1.58	6.9	27.3
Boulogne	2	0.32	2.5	0
Bouquet à Ruby	2	0.32	2.5	0
Brèche fouérouse	3	0.55	1.9	0
Cabanne	2	0.35	6.9	18.2
Calvaire Butay	6	1.13		
Canal Guerlain	3	0.50		
Capitaine	14	2.30	1.3	0
Ch. Sénaigerie	7	1.03	4.4	14.3
Douve du Large	5	0.84	1.3	0
Effetrie	6	1.11	1.3	0
Etier Sud	27	4.72	6.3	10
Etier village	15	2.53	8.82	0
Grain d'Avant	7	1.04		
Grève	34	5.56	62.3	17.2
Halbrandière N.	32	5.66	3.15	0
Halbrandière S.	54	9.41	20.8	5.4
Jamonières	5	0.75	5	0
Jean-Gouy	3	0.49		
Lambourg Noé	4	0.67		
Large	10	1.62	3.1	0
Maison de garde	32	4.75	13.2	0
Maison du lac	10	1.82	4.4	14.3
Malgogne coude	5	0.79		
Malgogne levis	10	1.65	0.6	0
Malsaine	6	0.89	1.9	0
Marais Michaud	8	1.44	8.8	14.3
Morne	21	3.49	1.9	33.3
Parielle	3	0.46		
Passay	23	3.67	12.6	0
Petit Bois	11	1.73		
Pointe Monloup	22	3.87	15.1	16.7
Port d'hiver	9	1.35		
Port RNN	3	0.51	5.7	11.1
Prées commune	9	1.67	1.3	0
Saint-Joseph	26	4.67	30.2	0
Sénaigerie	15	2.34	9.5	6.7

tableau 21 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Sérotine commune (seuls les points positifs sont listés) en août-septembre





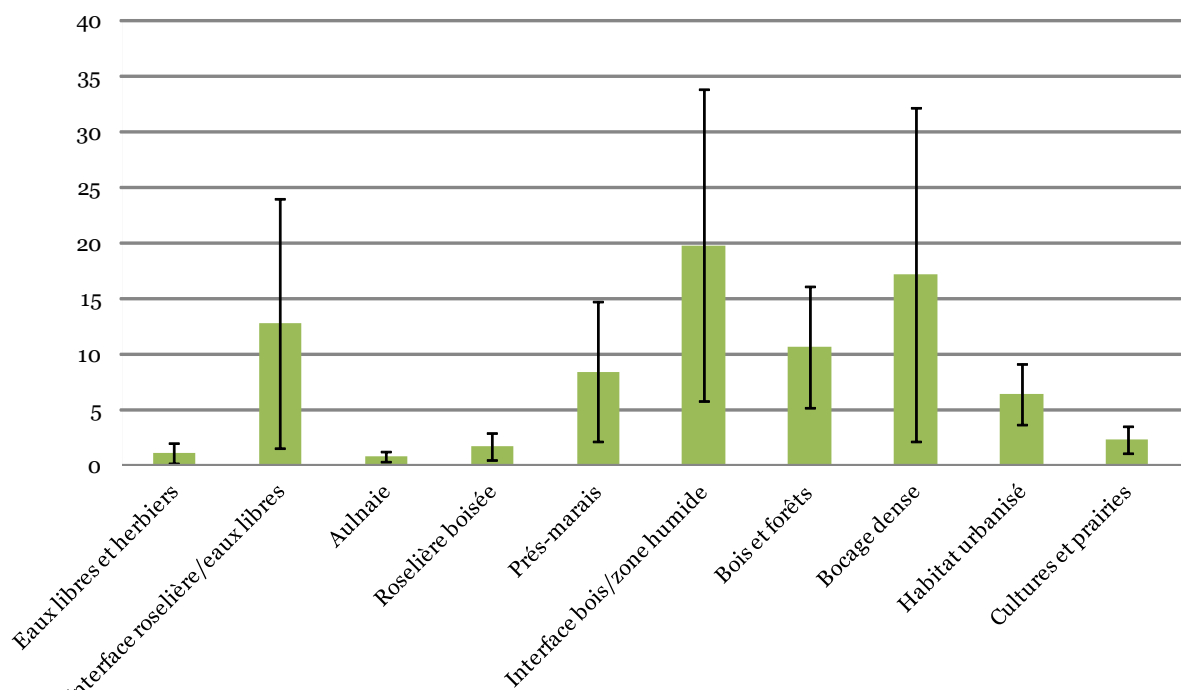
carte 18 : temps de présence (% des minutes positives) de la Sérotine commune (août-septembre)

● TP 0 à 1% ● TP 5 à 10%
● TP 1 à 2% ● TP 11.52%
● TP 2 à 5%

Trois points du nord-est du lac (Halbrandière et Grève) dépassent les 5% de temps de présence et un point isolé au Bas Fief atteint même 11.5%, ce qui pourrait suggérer la présence d'une colonie à proximité. Sur la majorité des points, la Sérotine est donc une espèce qui passe entre 1 et 25 fois par nuit, le plus souvent isolément (rarement jusqu'à 4 individus simultanément). Du point de vue du choix des habitats, la Sérotine se montre donc un peu partout, même si elle ne semble bien présente qu'à proximité d'espaces boisés ou là où elle bénéficie d'un effet lisière (lisière de forêt, lisière des eaux libres, haies de bocage). A l'opposé, elle semble plus rare sur les eaux libres, dans les aulnaies et les roselières boisées, ainsi que dans les milieux terrestres très ouverts.

La Sérotine commune est une espèce bien représentée, contactée sur la quasi-totalité des points, généralement en faible nombre. Elle peut être contactée dans tous types d'habitats, mais semble préférer les bois, forêts et lisières.

fig. 47 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour la Sérotine commune



D.3.10. Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

Cette grande espèce est présente dans une bonne partie du pays, mais est généralement rare à très rare dans le tiers sud, ainsi que de la Bretagne aux Hauts-de-France. Elle est considérée comme en diminution à l'échelle nationale, mais reste commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France est « Vulnérable » (VU). Gîtes et sites de mise bas sont situés dans des cavités d'arbres ou des bâtiments. L'espèce est facilement détectable, avec des sons sonar parmi les plus puissants, portant jusqu'à une centaine de mètres. Elle peut être confondue surtout avec la Noctule de Leisler (v. chapitre C.3.4.2., p. 21).

La Noctule commune est une espèce très présente, la seule en dehors des Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius à avoir été contactée sur la totalité des 46 points échantillonnés. Elle présente la particularité d'être plus crépusculaire que les autres chiroptères locaux, et c'est généralement la première espèce à être contactée en début de nuit, et la dernière à être contactée à l'aube. Il y a par ailleurs manifestement de forts pics d'activité chez cette espèce juste après le coucher du soleil et peu avant son lever, l'espèce étant plus rarement contactée en milieu de nuit. Les deux tableaux suivants présentent les résultats obtenus.

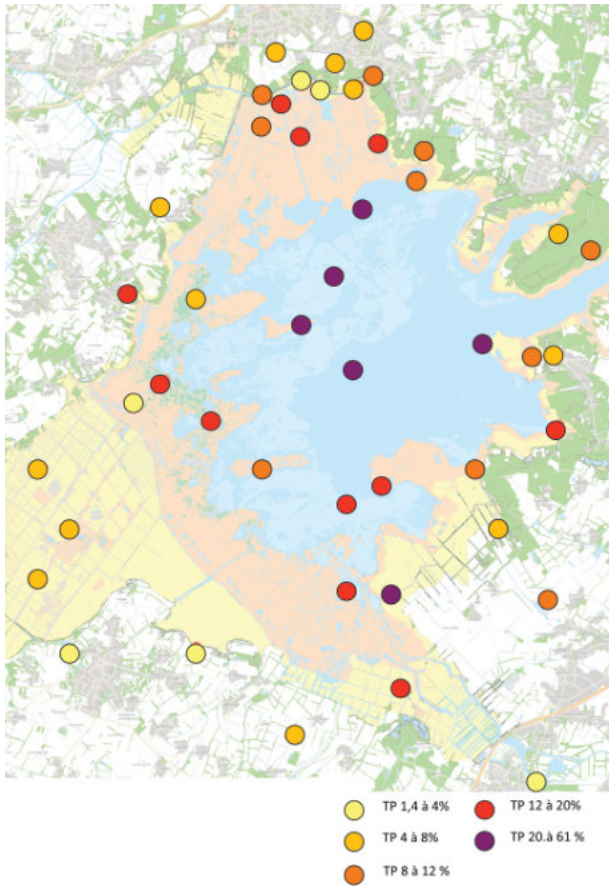
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Arche	155	31.96	49.25	4.57
Bonhomme	53	10.37	7	25
Boulogne	47	9.63	8.75	2.85
Bouquet à Ruby	101	19.84	103.2	26.15
Cabanne	53	10.58	2.25	11.11
Canal Guerlain	82	16.17	19.25	2.59
Capitaine	140	27.29	181.5	21.48
Douve du Large	41	7.79	9	2.77
Etier Sud	112	22.44	22.5	8.88
Grain d'Avant	260	53.72	70.25	7.11
Grève	308	63.64	235	10.31
Herbier Brebis	107	21.84	46	5
Jean-Gouy	171	34.97	206.7	31.8
Lambourg Noé	56	10.73	8.75	14.28
Large	118	24.03	75.75	8.25
Maison de garde	65	11.67	10	2.5
Malgogne coude	69	14.26	9	5.55
Malgogne levis	87	16.60	19.25	11.68
Morne	83	17.11	12.5	0
Parielle	94	18.91	51.75	4.83
Petit Bois	18	3.56	1.25	0
Pointe Monloup	116	23.29	86.25	1.73
Port d'hiver	54	11.16	10.75	0
Port RNN	58	10.98	14.5	0
Sénaigerie	68	13.55	6.25	4

tableaux 22 (ci-dessus) et 23 (page suivante) : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Noctule commune (seuls les points positifs sont listés) en mai-juin (tableau 22) et août-septembre (tableau 23).



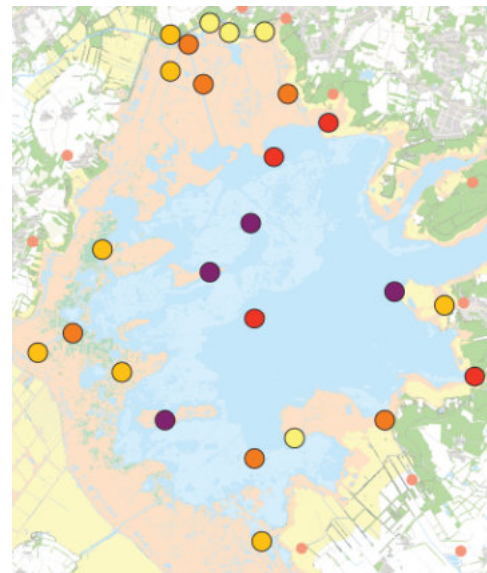
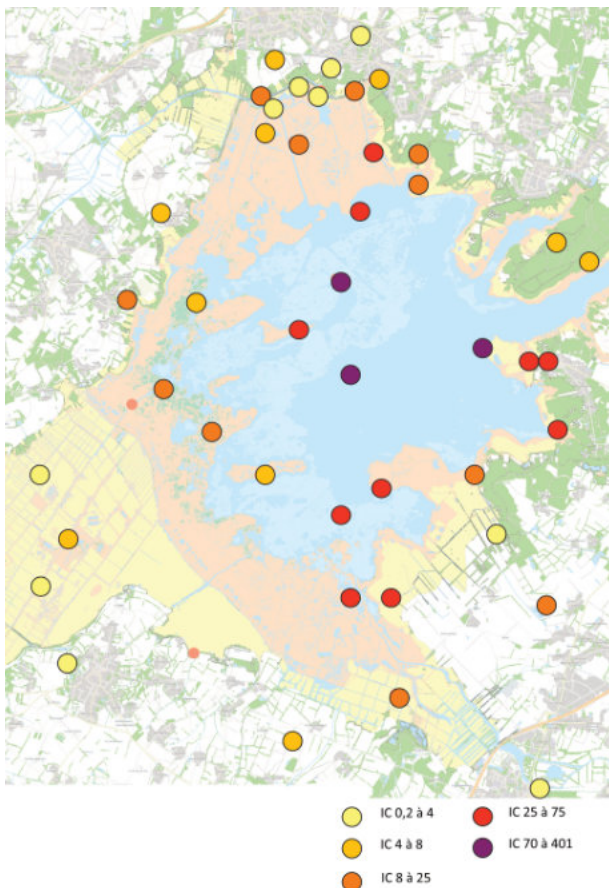
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Abbatiale	12	1.84	0.2	0
Allée Guichaud	32	4.64	2.5	0
Arche	64	9.32	16.5	3.03
Arsangle	34	5.31	0.8	0
Bas Fief	16	2.33		
Bois de l'Etier	53	9.09	17	1.47
Bonhomme	81	16.04	41	10.42
Boulogne	106	16.99	44	9.77
Bouquet à Ruby	56	8.93	5.2	0
Brèche fouérouse	25	4.60	1.3	0
Breil	55	8.46	10.8	13.95
Cabanne	41	7.13	8.5	5.88
Calvaire Butay	41	7.72	5.5	0
Canal Guerlain	95	15.91	21.2	9.41
Capitaine	218	35.8	67	13.75
Ch. Sénaigerie	35	5.15	3.8	13.33
Douve du Large	58	9.78	4.5	0
Effetrie	75	16.86	8	6.25
Etier Sud	74	12.94	30	3.33
Etier village	54	9.11	6.5	11.53
Fausse aux loups	29	5.31	4.5	0
Grain d'Avant	100	14.90	33	4.54
Grève	374	61.11	401	55.45
Halbrandière N.	37	6.55	5	15
Halbrandière S.	53	9.23	4.5	0
Herbier Brebis	117	18.06	53	23.47
Jamonières	36	5.37	4	18.75
Jean-Gouy	399	55.03	272	1.47
Lambourg Noé	30	5.01	4	6.25
Large	263	42.49	135	19.29
Maison de garde	62	9.20	10	4.87
Maison du lac	42	7.65	7	3.57
Malgogne coude	17	2.69		
Malgogne levis	73	12.05	20	3.70
Malsaine	14	2.08	1.8	0
Marais Michaud	83	14.98	17.5	0
Morne	83	13.79	15.2	9.83
Parielle	75	11.47	13	3.84
Passay	46	7.34	26	0.96
Petit Bois	9	1.41	0.75	0
Pointe Monloup	192	33.74	69	21.37
Port d'hiver	64	9.58	26	14.56
Port RNN	81	13.87	3.8	0
Prées commune	27	5.01	3.25	0
Saint-Joseph	112	20.11	70.2	1.41
Sénaigerie	16	2.50	1.3	0





carte 19 : temps de présence (% des minutes positives) de la Noctule commune (août-septembre)

Les données obtenues sur l'abondance et le temps de présence présentées dans les deux tableaux précédents et sur les trois cartes ci-contre montrent que la Noctule commune est bien représentée, et qu'elle se montre à la fois plus présente et plus abondante au fur et à mesure qu'on s'approche du centre du lac. Les cartes 20 et 21 montrent par ailleurs que ceci est vrai tant au printemps qu'en été. Son temps de présence moyen sur 26 points de la zone centrale atteint 20.2% des minutes nocturnes en mai-juin et 17.6% sur 46 points en août-septembre. Les indices d'abondance corrigés montrent, en tenant compte de sa forte détectabilité, que la Noctule commune est la cinquième espèce la plus abondante à Grand-Lieu, après les trois pipistrelles « communes » et le Murin de Daubenton, au printemps et en été.



cartes 20 et 21 : indice d'abondance corrigé pour la Noctule commune (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à gauche).



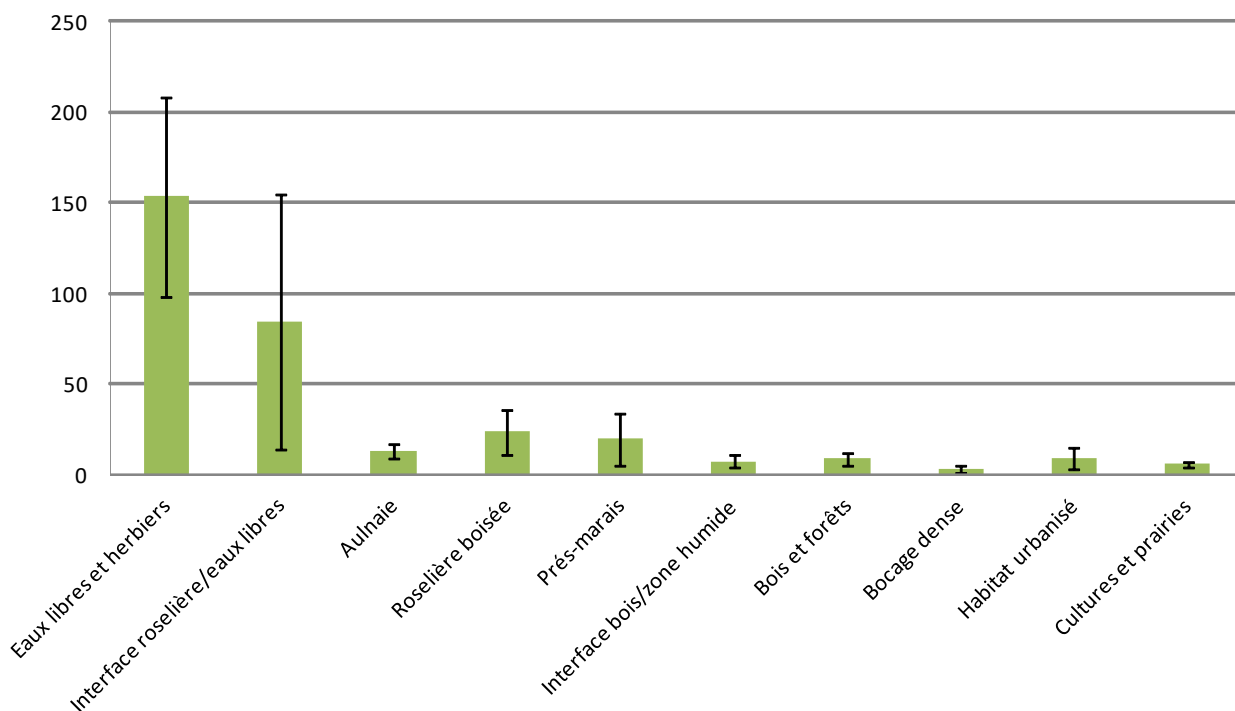
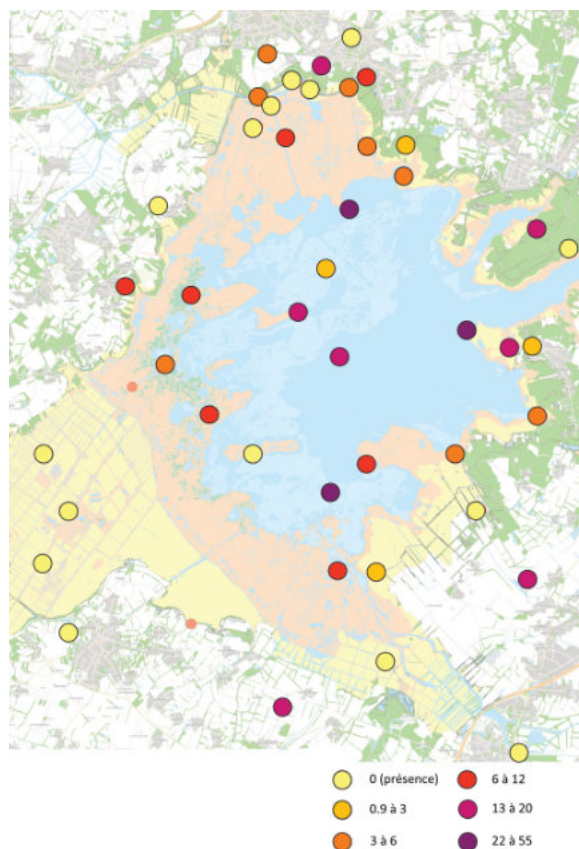


fig. 48 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour la Noctule commune

La figure 48 ci-dessus présente ces mêmes résultats par grands types d'habitats et reflète les mêmes informations, à savoir de fortes abondances trouvées sur les points situés sur la zone d'eaux libres et des herbiers, ainsi qu'à son interface avec les roselières boisées de la partie centrale. Les trois autres habitats de la zone humide (aulnaies, roselières boisées et prés-marais) obtiennent en moyenne tous trois des valeurs supérieures à celles des habitats terrestres.

La fréquence relative des séquences de chasse est représentée par points sur la carte 22 ci-contre. Globalement, une majorité des points avec forte activité de chasse (relativement à l'abondance des individus) se concentre toujours sur la partie centrale du lac, mais plusieurs points périphériques, y compris distants de toutes pièces d'eau, obtiennent également des valeurs fortes. Ces mêmes conclusions se retrouvent lorsqu'on classe les valeurs par grands types d'habitats sur la figure 49, en page suivante.



carte 22 : indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps) en août-septembre



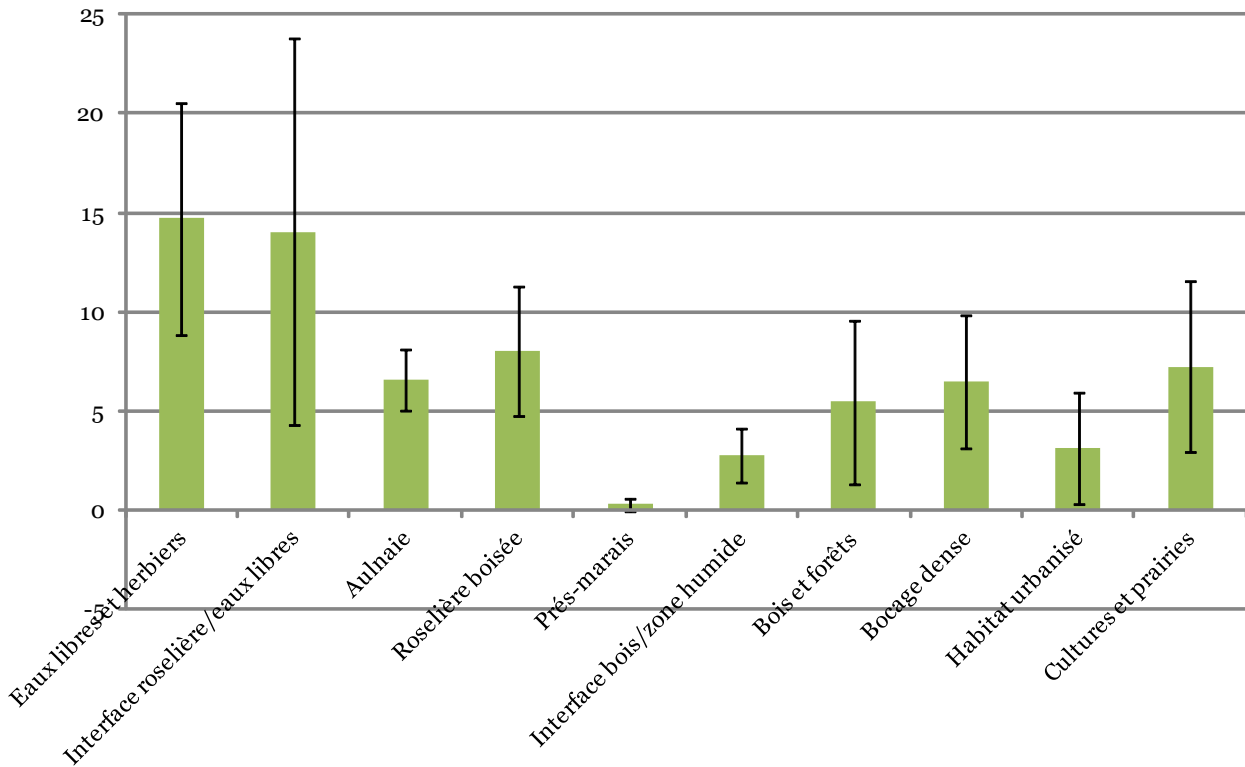
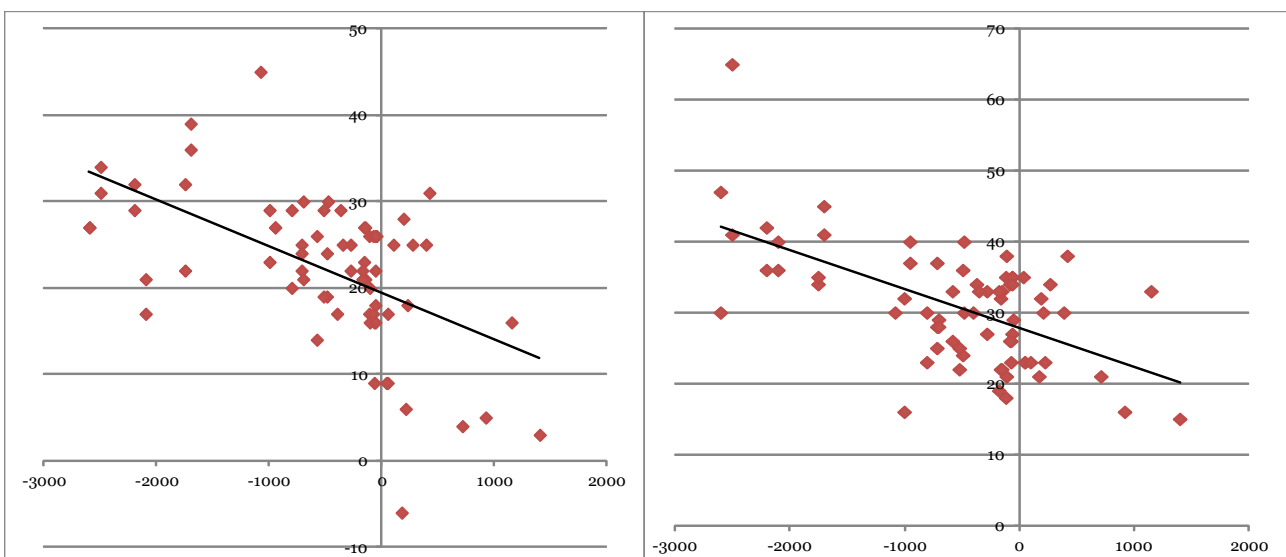


fig. 49 : indice des activités de chasse par grands types d'habitats pour la Noctule commune

En constatant l'abondance de l'espèce sur la zone centrale du lac, on peut se poser la question de la localisation des gîtes et colonies d'où proviennent ces individus, et notamment s'il en existe dans les zones arborées du lac même. Un premier élément de réponse peut être obtenu en analysant les heures d'arrivée en début de nuit et de départ en fin de nuit, et en les comparant aux distances de chaque point avec le bord de la zone d'inondation.

fig. 50 et 51 : relation entre distances du point à la limite de la zone d'inondation et heures d'arrivée (gauche) ou de départ (droite) de la Noctule commune



Les figures 50 et 51 ci-dessous proposent une telle approche. Chaque point du nuage représente une nuit d'enregistrement. Les axes des abscisses indiquent la distance en mètres à la limite des hautes eaux d'hiver (négatives lorsque les points sont dans la zone d'inondation), tandis que les axes des ordonnées représentent le temps en minutes écoulé entre le coucher du soleil et le contact de la première Noctule (à gauche) et le contact avec la dernière Noctule et le lever du soleil (à droite). On constate sans ambiguïté que les premiers contacts sont obtenus en moyenne 20 minutes après le coucher du soleil au niveau de la limite de la zone d'inondation, et en moyenne 10 minutes plus tard pour les points situés sur le lac, à plus de 1500 mètres de cette limite. A l'inverse, les derniers contacts matinaux sont obtenus d'autant plus tôt que le point est loin du bord du lac. Cela suggère donc évidemment que les gîtes et colonies ne se situent pas sur le lac mais au-delà de son pourtour, au moins pour leur grande majorité des individus. Des analyses similaires sont présentées pour les autres espèces communes, à savoir le Murin de Daubenton et les trois pipistrelles.

La Noctule commune est la cinquième espèce la plus abondante sur le lac et ses environs, et a été contactée sur tous les points d'échantillonnage. Il s'agit d'une espèce dont l'activité est plus forte en début et en fin de nuit, dont les gîtes diurnes et colonies se situent vraisemblablement en dehors de la zone humide ou sur sa périphérie. Elle exploite la totalité de la zone humide, mais préfère la zone des herbiers et des eaux libres ainsi que leur interface avec les roselières boisées, où elle trouve à la fois une abondance et une intensité d'activité alimentaire maximales.

D.3.11. Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

La Noctule de Leisler est une espèce, de taille moyenne à grande, présente dans toute la France, mais rare le long des côtes de la Manche et dans une grande partie du Bassin parisien. Elle est considérée comme 'peu commune' en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France est « quasi-menacé » (NT) et sa tendance démographique est à la baisse. L'espèce gîte généralement dans les cavités arboricoles et les bâtiments, et chasse principalement dans et autour de bois, de forêts ou de zones humides. En ce qui concerne sa détectabilité, il s'agit d'une espèce audible de loin, qui peut être confondue avec la Noctule commune et la Sérotine commune (v. chapitre C.3.4.2. p. 21). Il est possible qu'une partie des sons bas émis par l'espèce ait été confondue avec les vocalises de la Noctule commune, beaucoup plus nombreuse, et que sa fréquence ait donc été un peu sous-estimée.

La Noctule de Leisler est une espèce assez rare mais néanmoins bien présente, puisqu'elle a été contactée sur la moitié des points de la zone centrale lors des sessions de mai-juin, avec une moyenne de 2,6 minutes positives (11 au maximum) par nuit, et sur 32 des 46 points lors des sessions estivales, avec une moyenne de 5,90 minutes positives (32 au maximum) par nuit. Les indices d'abondance font également ressortir que l'espèce semble nettement plus commune en été. L'indice d'abondance moyen est de 2,31 sur les 46 points échantillonnés en été, et même de 3,93 sur les 25 points de la zone centrale, contre une moyenne de 0,42 pour ces mêmes 25 points au printemps.



	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Allée Guichaud (E)	1	0.14	
Arche (P)	3	0.62	
Arche (E)	14	2.04	12.1
Bas Fief (E)	1	0.15	
Bois de l'Etier (E)	1	0.17	2.2
Bonhomme (E)	3	0.59	1.2
Bouquet à Ruby (P)	1	0.20	0.31
Bouquet à Ruby (E)	1	0.16	
Breil (E)	2	0.31	
Cabanne (P)	1	0.20	
Cabanne (E)	13	2.26	
Calvaire Butay (E)	2	0.38	
Canal Guerlain (E)	4	0.67	
Capitaine (E)	14	2.30	3.4
Ch. Sénaigerie (E)	3	0.44	
Douve du Large (E)	2	0.34	
Effetrie (E)	1	0.18	1.9
Etier Sud (P)	2	0.40	
Etier Sud (E)	1	0.17	
Grain d'Avant (P)	6	1.24	3.72
Grain d'Avant (E)	22	3.28	65
Grève (P)	2	0.41	0.62
Grève (E)	32	5.23	1.6
Halbrandière N. (E)	1	0.18	
Halbrandière S. (E)	1	0.17	
Jamonières (E)	1	0.15	
Jean-Gouy (E)	1	0.16	2.2
Maison de garde (P)	3	0.54	
Maison de garde (E)	1	0.15	
Malgogne coude (P)	1	0.21	1.24
Malgogne coude (E)	1	0.16	
Malgogne levis (E)	12	1.98	2.8
Malsaine (E)	4	0.59	
Morne (E)	5	0.83	
Parielle (P)	1	0.20	
Parielle (E)	4	0.61	1.9
Petit Bois (P)	1	0.20	
Pointe Monloup (P)	1	0.20	0.93
Pointe Monloup (E)	24	4.22	4
Port d'hiver (P)	1	0.21	2.79
Port d'hiver (E)	2	0.30	0.9
Port RNN (E)	3	0.51	2.8
Saint-Joseph (E)	9	1.62	
Sénaigerie (P)	11	2.19	1.24
Sénaigerie (E)	3	0.47	

Il convient toutefois de se méfier d'un éventuel effet-année, dans la mesure où les enregistrements de la partie centrale datent de l'été 2019 puis du printemps 2020, tandis que les points extérieurs datent de l'été 2020. Une autre comparaison intéressante peut être faite au sujet des indices d'activité de chasse, même si les données ne sont peut-être pas assez nombreuses pour apporter des conclusions robustes. La figure 38 (p. 42) montre ainsi que cet indice moyen atteint la valeur de 21.1 chasses pour 100 individus détectés en août-septembre contre 4.8 en mai-juin. Il s'agit de l'espèce pour laquelle le déséquilibre entre saisons est de loin le plus important.

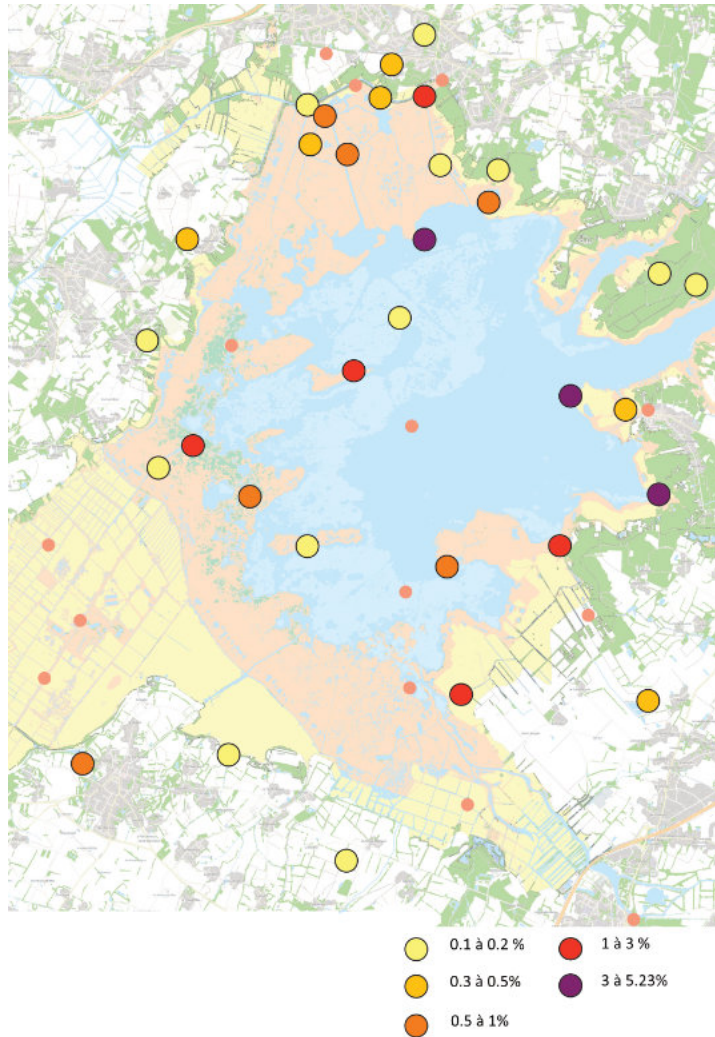
La carte de répartition des points positifs en été montre que l'espèce a été contactée un peu partout sur le lac, avec néanmoins un net déséquilibre en faveur de sa moitié est. Avec moins de données, les sessions printanières ne conduisent pas à des conclusions différentes, puisque sur les 13 points positifs à cette saison, seul 1 n'a pas vu de contact en été, le point « Petit Bois », sur la levée à Bouaye. On notera également que le point « Grain d'Avant » au sud de Passay se trouve parmi les trois plus fortes valeurs de temps de présence à la fois en été et au printemps, et obtient également le plus fort indice d'abondance pour les deux saisons, ce qui pourrait faire penser à

tableau 24 : temps de présence et indice d'abondance corrigé pour la Noctule de Leisler (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)



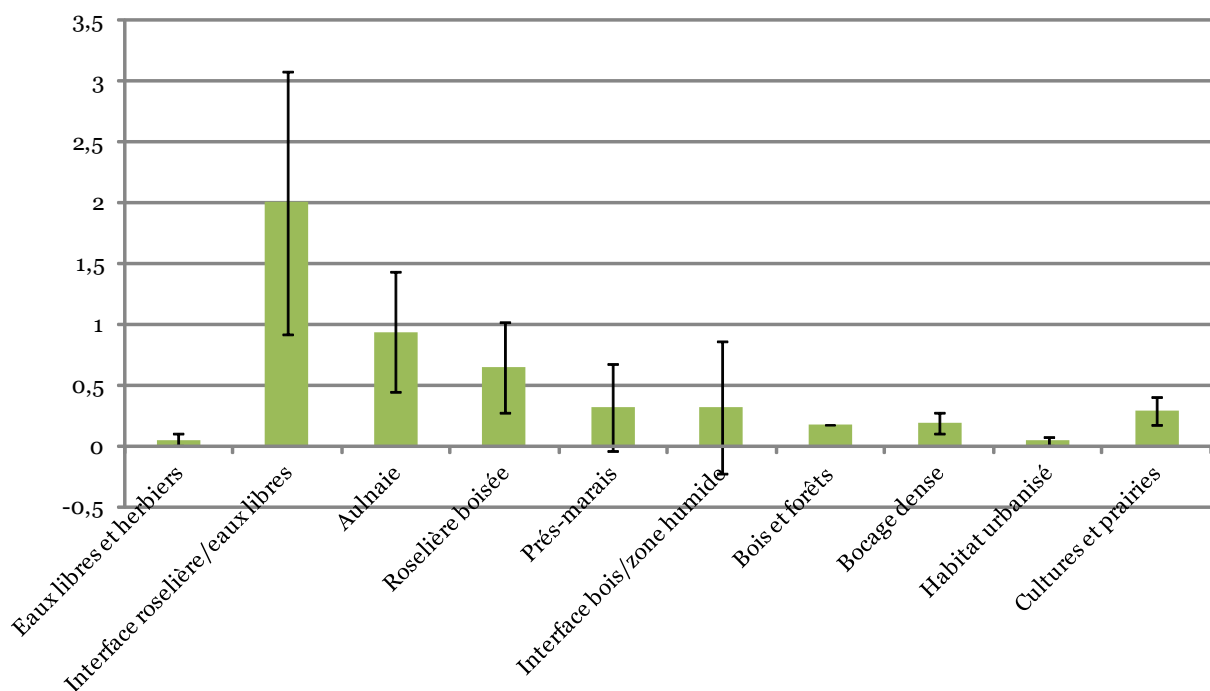
carte 23 : temps de présence (% des minutes positives) de la Noctule de Leisler (août-septembre)

d'éventuelles colonies dans les bois environnants. La carte 23 ci-contre montre aussi que beaucoup des points les plus visités se trouvent en bordure de la partie centrale du lac, ce que confirme la figure 52 ci-dessous, avec une nette prépondérance des habitats de la roselière boisée, des aulnaies et de leur interface avec les eaux libres.



La Noctule de Leisler est une espèce assez rare, contactée sur environ deux tiers des points, le plus souvent isolément (parfois jusqu'à 4 individus). L'espèce semble plus fréquente en été qu'au printemps (dispersion post-reproduction? migration ?), et préfère les habitats bordant la zone centrale en eau.

fig. 52 : temps de présence moyen par grands types d'habitats pour la Noctule de Leisler



D.3.12 Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*)

La Grande Noctule est une espèce de grande taille, présente essentiellement dans la moitié sud de la France, ou elle est généralement rare, étant commune ou localement commune uniquement dans le Massif central. Elle est considérée comme absente en Loire-Atlantique, mais il existe quelques rares données en Vendée et dans le Morbihan. Son statut Liste Rouge UICN France est Vulnérable (VU). L'espèce gîte généralement dans les cavités arboricoles. En ce qui concerne sa détectabilité, il s'agit d'une espèce audible de très loin, qui peut être confondue avec la Noctule commune pour ses sons les plus bas (v. chapitre C.3.4.2. p. 21). La grande majorité des individus devrait cependant pouvoir être détectée grâce à une analyse combinée de la fréquence, de la durée et du rythme de ses vocalises.

Un contact avec cette espèce a été obtenu dans le cadre de cette étude, sur le point « Malgogne Levis », situé dans les aulnaies de l'ouest de la RNN, en date du 20 mai 2020, à 22h51 et 22h52. Les contacts sont étalés sur 7 séquences consécutives de 5 secondes chacune. Les 23 sons enregistrés sont espacés en moyenne de 500 ms, avec des fréquences terminales comprises entre 13 et 14.7 kHz pour les notes alternées basses et 15 et 16 kHz pour les notes alternées hautes. La figure 54 ci-dessous montre les fréquences terminales des 23 notes successives et illustre bien l'alternance propre aux noctules. L'alternance en question varie entre 1 et 2 kHz en amplitude, ce qui correspond bien à la Grande Noctule (elle atteint en moyenne 3.2 kHz chez la Noctule commune et 1.8 kHz chez la Grande Noctule selon BARATAUD 2015). Les intervalles sont en moyenne de 505 ms (528 ms contre 371 ms pour la Noctule commune selon BARATAUD 2015). La durée de la plupart des sons n'est en revanche pas discriminante, atteignant 19 à 23 ms.

Il s'agit de la seule mention de l'espèce pour cette étude et de sa première mention en Loire-Atlantique, sachant qu'elle a été suivie rapidement d'une seconde donnée obtenue en juin 2020 puis d'une troisième en septembre 2020 en Brière (P. Bellion *comm. pers.*).

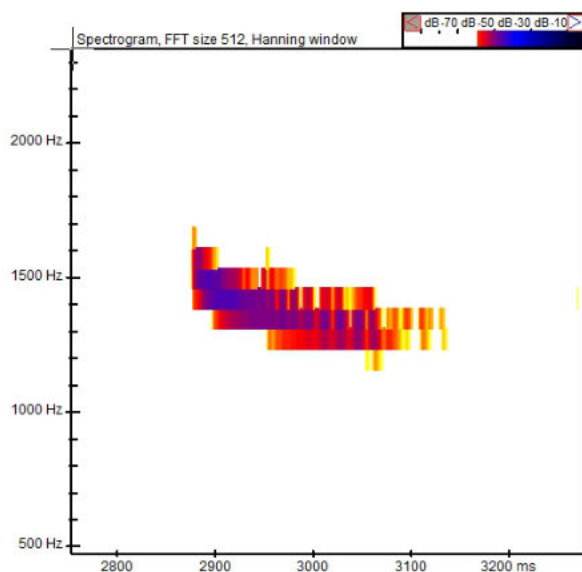


fig. 53 : sonagramme d'un des sons de Grande Noctule (Malgogne, 20 mai 2020).

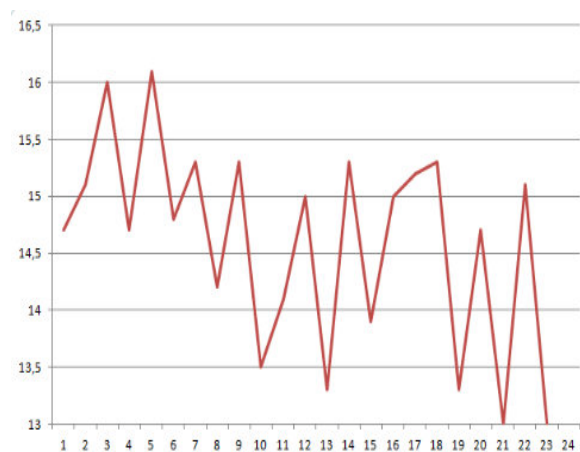


fig. 54 : évolution de la FT sur les 23 notes consécutives de la Grande Noctule



D.3.13. Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

La Pipistrelle commune est une espèce de petite taille, présente dans toute la France, ou elle est généralement commune à abondante, même si sa tendance démographique est considérée comme en baisse. C'est l'espèce la plus commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France est « quasi-menacée » (NT). L'espèce gîte dans les bâtiments et les cavités arboricoles. C'est une espèce audible d'assez loin étant donné sa taille, et qui ne pose généralement pas de problème d'identification (v. chapitre C.3.4.1. p. 19). Les tableaux 25 et 26 suivants donnent les résultats obtenus pour cette espèce.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Arche	385	79.4	796	3.89
Bonhomme	388	75.9	837	6.93
Boulogne	198	40.6	173	6.36
Bouquet à Ruby	348	68.4	716	6.01
Cabanne	331	66.1	229	1.75
Canal Guerlain	346	68.2	524	8.97
Capitaine	394	76.8	1215	4.20
Douve du Large	223	42.4	133	2.26
Etier Sud	387	77.6	571	8.76
Grain d'Avant	356	73.6	564	3.55
Grève	376	77.7	2388	8.58
Herbier Brebis	359	73.3	2233	11.69
Jean-Gouy	389	79.6	1726	3.07
Lambourg Noé	167	32.0	74	8.11
Large	372	75.8	1365	1.90
Maison de garde	492	88.3	1195	7.28
Malgogne coude	230	47.5	129	1.55
Malgogne levis	259	49.4	270	6.67
Morne	162	33.4	424	2.12
Parielle	376	75.6	625	4.32
Petit Bois	448	88.7	638	11.44
Pointe Monloup	383	76.9	1168	4.79
Port d'hiver	336	69.4	589	3.40
Port RNN	383	72.5	533	7.88
Sénaigerie	452	90.0	1244	2.17

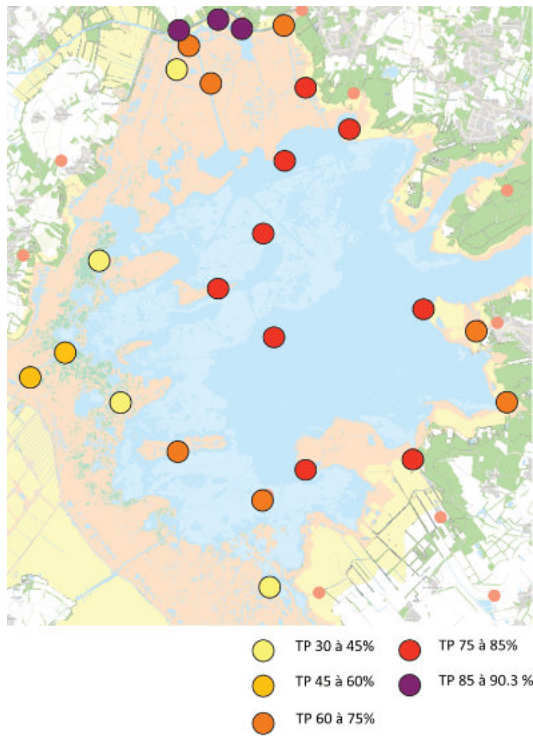
tableau 25 : temps de présence, Indice d'abondance corrigé et Indice d'activité de chasse pour la Pipistrelle commune en mai-juin (seuls les points positifs sont listés)

Ci-contre : tableau 26 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Pipistrelle commune en août-septembre (seuls les points positifs sont listés)

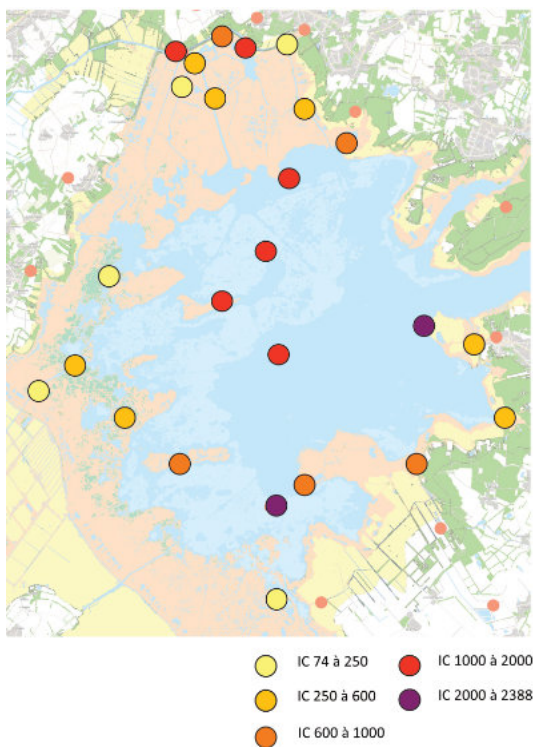
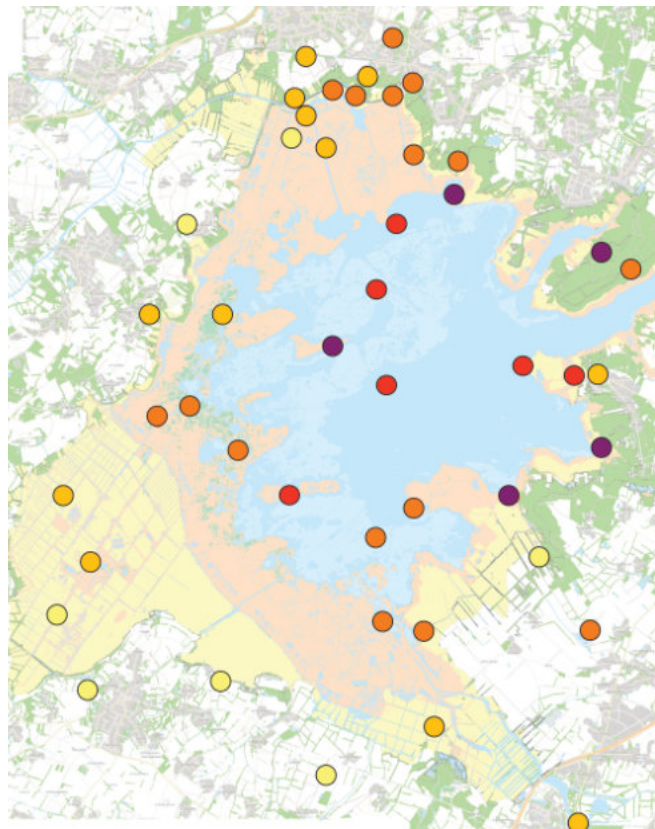


	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Abbatiale	375	57.4	574	2.09
Allée Guichaud	457	66.2	358	1.68
Arche	599	87.2	1755	12.14
Arsangle	156	24.4	522	12.45
Bas Fief	256	37.3	185	2.16
Bois de l'Etier	378	64.8	578	1.56
Bonhomme	375	74.3	2147	24.83
Boulogne	413	66.2	562	4.80
Bouquet à Ruby	508	81.0	1061	6.97
Brèche fouérouse	215	39.5	114	0.88
Breil	399	61.4	547	11.88
Cabanne	367	63.8	599	7.85
Calvaire Butay	172	32.4	78	1.28
Canal Guerlain	344	57.6	460	10.87
Capitaine	530	87.0	1796	14.81
Ch. Sénaigerie	338	49.7	131	2.29
Douve du Large	242	40.8	308	2.27
Effetrie	314	58.0	131	0.76
Etier Sud	428	74.8	855	15.44
Etier village	402	67.8	579	5.53
Fausse aux loups	259	47.4	89	4.49
Grain d'Avant	593	88.4	2553	10.58
Grève	510	83.3	2468	42.48
Halbrandière N.	489	86.6	658	1.82
Halbrandière S.	408	71.1	496	3.43
Herbier Brebis	431	66.5	910	3.52
Jamonières	165	24.6	83	2.41
Jean-Gouy	515	83.6	1706	9.20
Lambourg Noé	342	57.1	390	5.64
Large	510	82.4	1282	7.10
Maison de garde	348	51.6	618	2.91
Maison du lac	258	47.0	94	0.0
Malgogne coude	389	61.6	177	3.95
Malgogne levis	440	72.6	697	9.04
Malsaine	103	15.3	33	6.06
Marais Michaud	307	55.4	932	47.53
Morne	450	74.8	916	5.79
Parielle	599	91.6	2831	29.64
Passay	294	46.9	525	0.76
Petit Bois	386	60.6	593	3.71
Pointe Monloup	485	85.2	2438	22.68
Port d'hiver	525	78.6	1170	5.04
Port RNN	289	49.5	549	9.29
Prées commune	302	56.0	472	28.81
Saint-Joseph	380	68.2	707	15.42
Sénaigerie	396	61.8	315	5.40

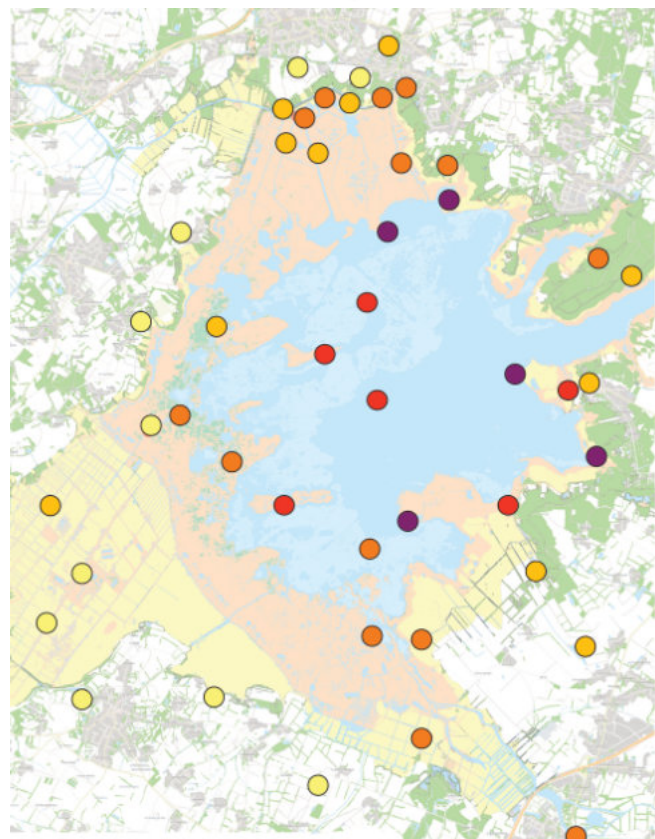




cartes 24 et 25 : temps de présence (% des minutes positives) de la Pipistrelle commune (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite)



cartes 26 et 27 : indice d'abondance corrigé pour la Pipistrelle commune (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite)



Avec un temps de présence moyen de 68% ($\sigma = 16.9$) des tranches nocturnes d'une minute sur les 25 points de la zone centrale en mai-juin, de 71.3% ($\sigma = 13.8$) sur ces mêmes points en août-septembre et de 62.2% ($\sigma = 18.1$) sur les 46 points réalisés en août-septembre, la Pipistrelle commune est de loin l'espèce la plus présente à Grand-Lieu. Elle est suivie par les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, qui atteignent des valeurs moyennes plus de deux fois moindres.

Les cartes 24 et 25 page précédente donnent la répartition du temps de présence en mai-juin et en août-septembre. Elles montrent qu'au printemps, le temps de présence atteint son maximum sur quelques points du nord du lac, sur la Chaussée, avec des valeurs proches de 90%. Il est un peu moindre sur la partie centrale du lac, et plus faible dans les roselières boisées. En été, les points périphériques du lac et ceux des prés-marais obtiennent les valeurs les plus faibles, suivis d'une seconde couronne (bois riverains et roselières boisées) puis de la zone centrale en eau. Les points atteignant les valeurs maximales sont toutefois situées à l'interface roselière boisée/zone en eau. Le point de la Parielle atteint un temps de présence de la Pipistrelle commune de 91.6%, ce qui constitue la seconde valeur la plus forte, toutes nuits et espèces confondues.

Les cartes 26 et 27 représentent les indices d'abondance et apportent des conclusions un peu différentes au printemps, puisque les points les plus forts se trouvent cette fois-ci au contact de la zone centrale en eau, ce qui signifie que l'espèce est détectée proportionnellement plus longtemps au cours de la nuit sur les points au nord du lac (où se trouvent des colonies), mais qu'elle est plus nombreuse sur ses terrains de chasse de la partie centrale en eau. Les situations estivales pour les deux indices sont plus similaires, mais la différence entre la périphérie et le centre du lac est encore plus prononcée lorsqu'il s'agit d'abondance.

La figure 55 propose une entrée par habitat des données sur l'abondance en août-septembre, confirmant bien que l'espèce trouve son abondance maximale sur les eaux libres et à leur contact, et son abondance minimale dans les habitats agricoles.

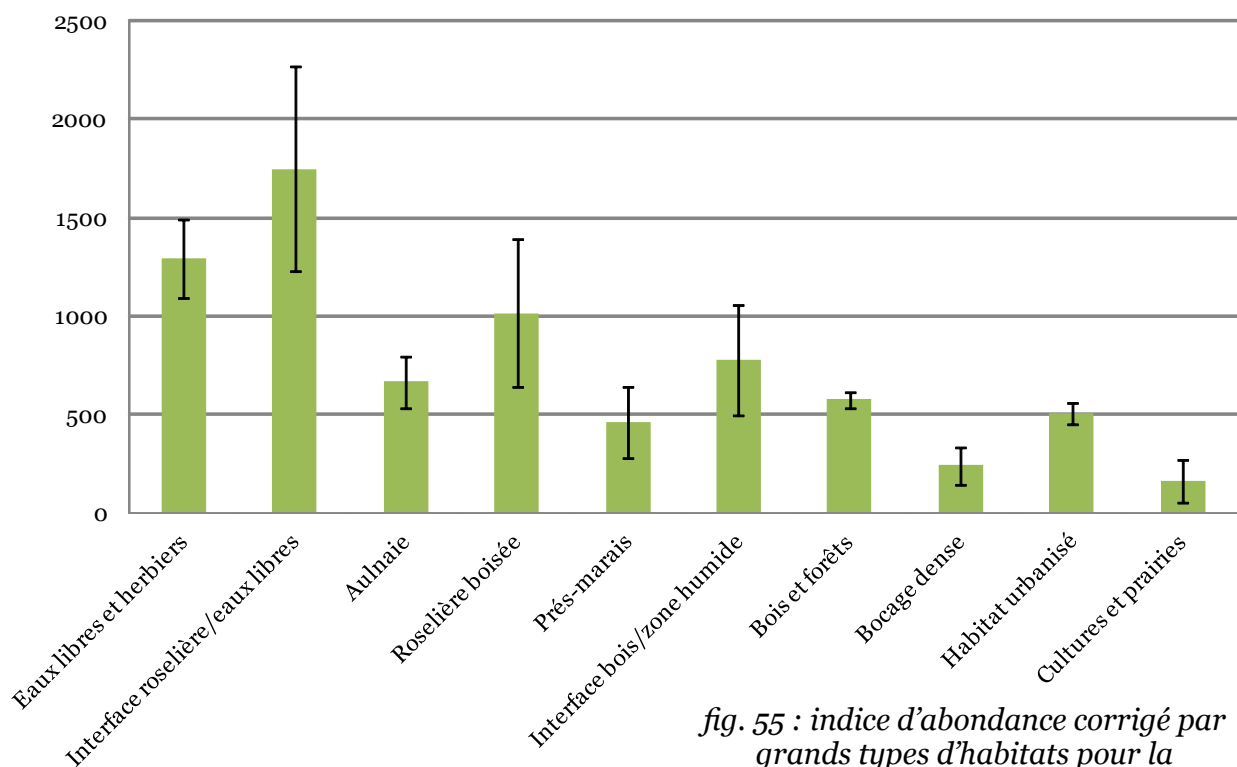


fig. 55 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour la Pipistrelle commune



Ce même jeu de données sur l'abondance est présenté ci-contre en ne tenant compte que des 25 points de la zone centrale où des sessions ont été réalisées au printemps et en été. Il apparaît que si l'espèce trouve une abondance similaire au cours des deux saisons dans les habitats boisés de bordure, où se situent les colonies, elle est sensiblement moins abondante dans les roselières boisées, les aulnaies et jusqu'en bordure de la zone en eau. Ceci paraît logique dans la mesure où les jeunes de l'année s'additionnent aux adultes en cours de saison. Il est plus surprenant de constater que c'est l'inverse pour les herbiers et les eaux libres, où, comme le Murin de Daubenton, l'espèce est plus commune au printemps. Cela est peut-être lié à de fortes émergences de chironomes à cette saison et sur cette partie du lac ?

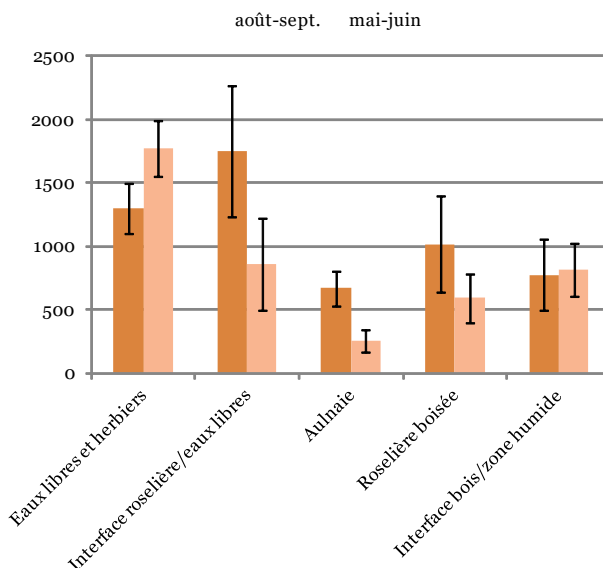
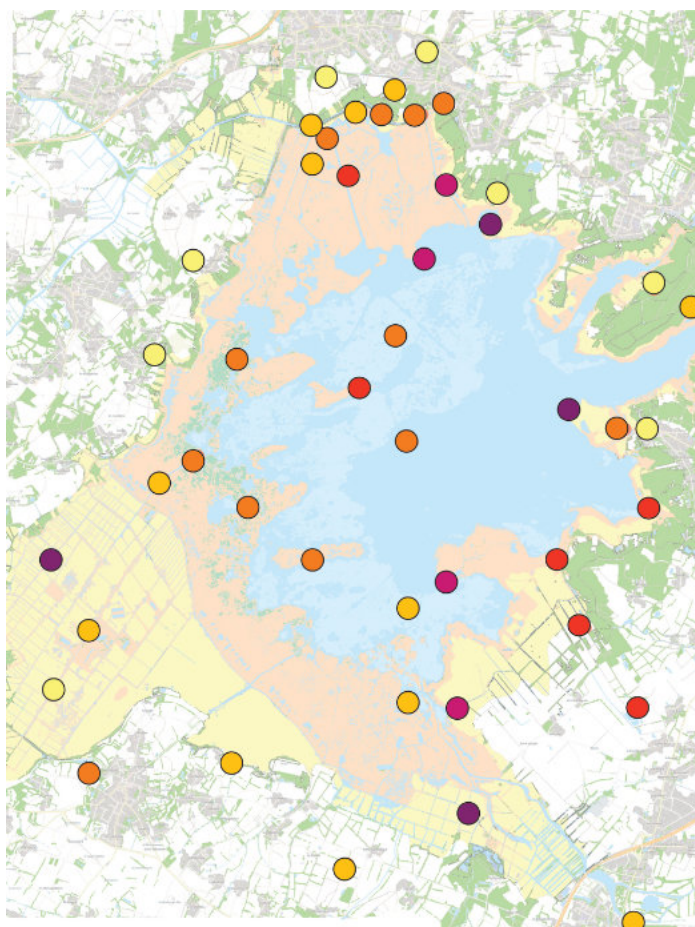
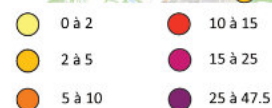


fig. 56 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats en mai-juin et en août-septembre pour la Pipistrelle commune

La carte 28 et la figure 57 page suivante traitent de l'indice des activités de chasse et montrent qu'ils sont répartis de façon apparemment plus aléatoire. Certaines parties du lac et certains habitats regroupent en effet des points à la fois très forts et très faibles, en particulier la zone centrale en eau libre et les prés-marais. Il apparaît cependant indéniable que les habitats situés en dehors de la zone humide sont nettement moins intéressants pour les activités de chasse, sachant que plusieurs points se situent à proximité de points d'eau indépendants du lac. Les mêmes données pour la période mai-juin sont nettement plus uniformes, puisque pour les cinq types d'habitats des deux réserves naturelles, les moyennes se situent toutes entre 4.8 et 6.3 chasses pour 100 individus détectés.



carte 28 : indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps) en août-septembre



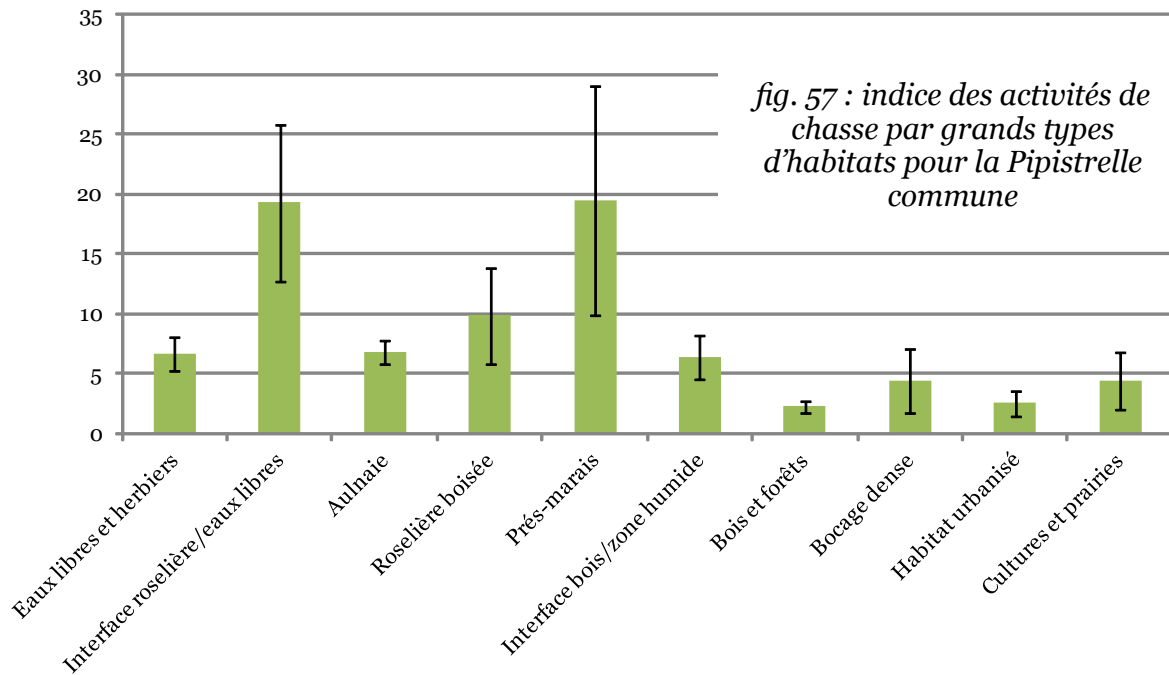


fig. 57 : indice des activités de chasse par grands types d'habitats pour la Pipistrelle commune

Comme pour la Noctule commune et le Murin de Daubenton, les deux figures ci-après apportent quelques éléments de réponse sur la provenance des individus en chasse sur la partie centrale du lac. Il y a manifestement une relation nette entre les heures d'arrivée et de départ d'un côté, et la distance à la limite de la zone d'inondation (les distances des points situés dans la zone d'inondation sont négatives sur les figures ci-après). Cela suggère évidemment que la majorité des individus en chasse sur la partie centrale du lac gîte en bordure. Toutefois, certains points, comme celui de l'Île de la Capitaine au centre du lac, obtiennent des valeurs proches de celles du bord, suggérant des gîtes locaux. On remarquera enfin que la pente de la courbe de tendance de la figure 58 est nettement plus forte que chez le Murin de Daubenton (fig. 45) et plus encore que pour la Noctule commune (fig. 50), ce qui indique donc un décalage temporel plus important, peut-être simplement lié aux tailles et aux vitesses de vol respectives de ces espèces.

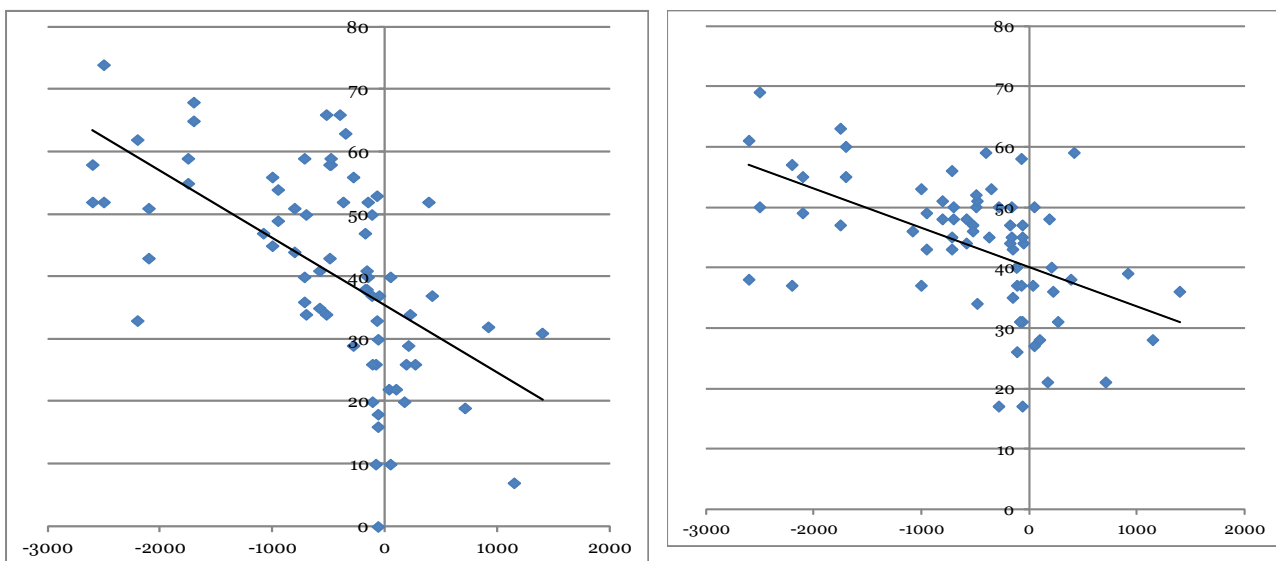


fig. 58 et 59 : relation entre distances du point à la limite de la zone d'inondation et heures d'arrivée (gauche) ou de départ (droite) de la Pipistrelle commune



La Pipistrelle commune est l'espèce la plus abondante sur le lac et ses environs. Son abondance est maximale sur la partie centrale en eau, moyenne dans les habitats périphériques inondables et moindre dans les habitats secs du pourtour. Les pics d'abondance se situent sur la zone d'eau libre et d'herbiers au printemps, et dans les roselières boisées et à leur interface avec la zone en eau l'été. Si la grande majorité des individus présents sur le lac gîte vraisemblablement sur le pourtour, il existe manifestement des gîtes y compris jusque sur les îles du centre du lac, dans les saules blancs.

D.3.14. Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

La Pipistrelle de Nathusius est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France, mais considérée comme commune seulement localement, comme dans la basse vallée de la Loire, en région parisienne ou dans le Nord-Pas-de-Calais. C'est une espèce considérée comme localement commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN est « quasi-menacé » (NT) en France et « vulnérable » (VU) en Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte dans les arbres et les bâtiments. C'est une espèce audible d'assez loin et qui peut être confondue avec la Pipistrelle de Kuhl. A Grand-Lieu, elle s'est avérée émettre son cri social très fréquemment comparativement aux autres espèces (v. chapitre C.3.4.1. p. 19). Les tableaux 27 et 28 suivants donnent les résultats obtenus en termes de temps de présence et d'indices d'abondance.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Arche	213	43.9	117	3.89
Bonhomme	182	35.6	296	6.93
Boulogne	22	4.51	6	6.36
Bouquet à Ruby	271	53.2	384	6.01
Cabanne	70	14.0	9	1.75
Canal Guerlain	133	26.2	37	8.97
Capitaine	265	51.7	238	4.20
Douve du Large	53	10.1	24	2.26
Etier Sud	173	34.7	56	8.76
Grain d'Avant	175	36.2	69	3.55
Grève	351	72.5	482	8.58
Herbier Brebis	348	71.0	487	11.69
Jean-Gouy	299	61.2	210	3.07
Lambourg Noé	78	14.9	10	8.11
Large	276	56.2	275	1.90
Maison de garde	144	25.9	203	7.28
Malgogne coude	53	11	18	1.55
Malgogne levis	106	20.2	47	6.67
Morne	90	18.6	57	2.12
Parielle	220	44.3	87	4.32
Petit Bois	82	16.2	32	11.44
Pointe Monloup	80	16.1	107	4.79
Port d'hiver	90	18.6	45	3.40
Port RNN	244	46.2	19	7.88
Sénaigerie	327	65.1	485	2.17

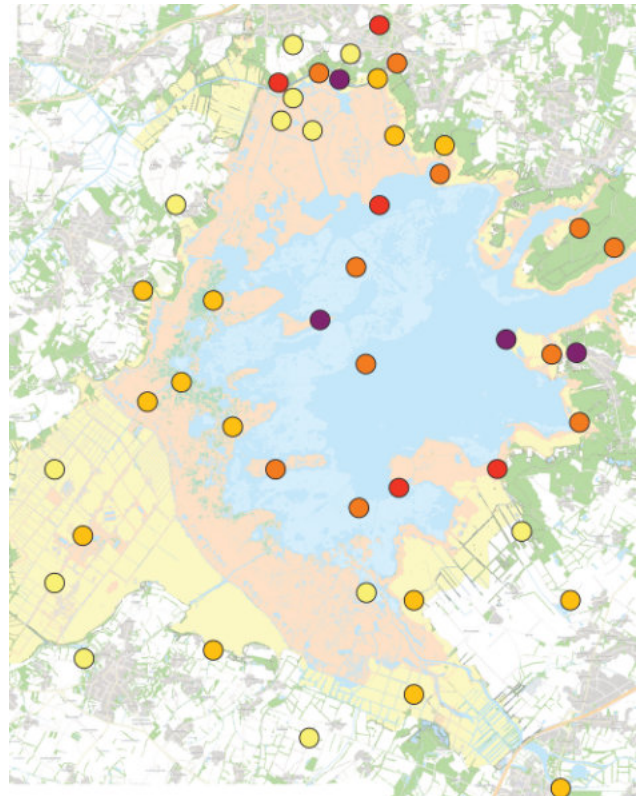
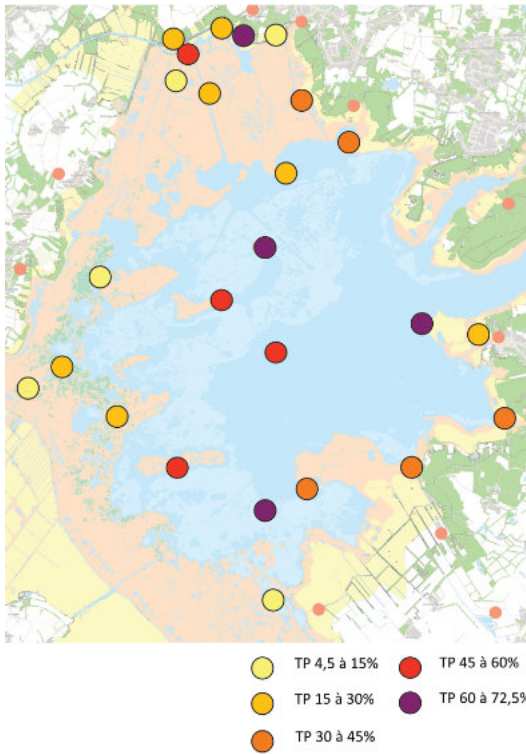
tableau 27 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Pipistrelle de Nathusius en mai-juin (seuls les points positifs sont listés)



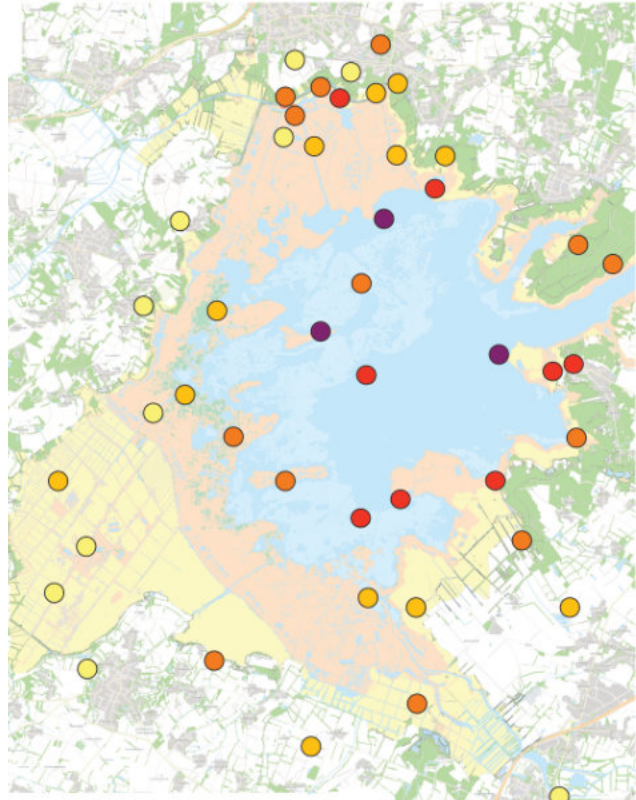
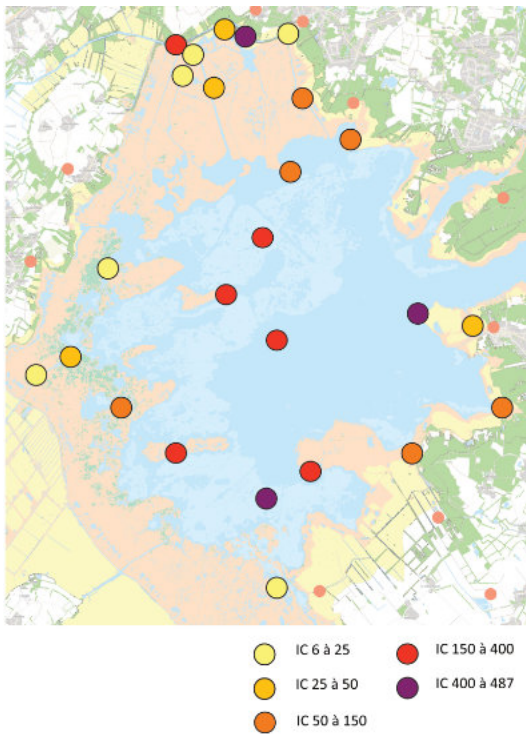
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Abbatiale	82	12.6	12	2.09
Allée Guichaud	304	44.1	95	1.68
Arche	317	46.1	354	12.14
Arsangle	48	7.5	47	12.45
Bas Fief	127	18.5	47	2.16
Bois de l'Etier	91	15.6	33	1.56
Bonhomme	281	55.6	551	24.83
Boulogne	55	8.8	20	4.80
Bouquet à Ruby	178	28.4	91	6.97
Brèche fouérouse	49	9.0	9	0.88
Breil	66	10.2	25	11.88
Cabanne	65	11.3	31	7.85
Calvaire Butay	31	5.8	11	1.28
Canal Guerlain	52	8.7	30	10.87
Capitaine	558	91.6	1029	14.81
Ch. Sénaigerie	24	3.5	7	2.29
Douve du Large	27	4.6	5	2.27
Effetrie	65	12.0	11	0.76
Etier Sud	105	18.4	17	15.44
Etier village	160	27.0	31	5.53
Fausse aux loups	77	14.1	13	4.49
Grain d'Avant	266	39.6	99	10.58
Grève	516	84.3	1421	42.38
Halbrandière N.	172	30.4	43	1.82
Halbrandière S.	120	20.9	57	3.43
Herbier Brebis	234	36.1	158	3.52
Jamonières	46	6.9	24	2.41
Jean-Gouy	171	27.8	94	9.20
Lambourg Noé	93	15.5	34	5.64
Large	244	39.4	169	7.10
Maison de garde	276	41.0	94	2.91
Maison du lac	47	8.6	15	0
Malgogne coude	110	17.4	11	3.95
Malgogne levis	118	19.5	20	9.04
Malsaine	26	3.9	3	6.06
Marais Michaud	87	15.7	92	47.53
Morne	95	15.8	54	5.79
Parielle	220	33.6	262	29.64
Passay	459	73.2	558	0.76
Petit Bois	151	23.7	86	3.71
Pointe Monloup	291	51.1	1231	22.68
Port d'hiver	222	33.2	138	5.04
Port RNN	55	9.4	49	9.29
Prées commune	43	8.0	23	28.81
Saint-Joseph	67	12.0	18	15.42
Sénaigerie	521	81.3	424	5.40

tableau 28 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la *Pipistrelle de Nathusius* en août-septembre (seuls les points positifs sont listés)





cartes 29 et 30 : temps de présence (% des minutes positives) de la Pipistrelle de Nathusius (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite).



cartes 31 et 32 : indice d'abondance corrigé pour la Pipistrelle de Nathusius (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite).



Le temps de présence moyen de la Pipistrelle de Nathusius atteint 34.7% ($\sigma = 20.7$) des tranches nocturnes d'une minute sur les 25 points de la zone centrale en mai-juin, de 33.7% ($\sigma = 24.1$) sur ces mêmes points en août-septembre et de 26.1% ($\sigma = 22.3$) sur les 46 points réalisés en août-septembre. Ces chiffres en font la troisième espèce la plus présente, après la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl. Si ce temps de présence est un peu plus de deux fois moindre que celui de la Pipistrelle commune, il est aussi beaucoup plus variable d'un point à l'autre, avec des écarts moyens plus forts. La Pipistrelle de Nathusius est même de très peu l'espèce atteignant le temps de présence relatif le plus fort, toutes nuits et espèces confondues, avec 91.63% à Passay en août 2020, pour un maximum de 91.59% pour la Pipistrelle commune. A l'inverse, il existe des points où son temps de présence n'excède pas 5% des tranches nocturnes d'une minute.

Les cartes 29 et 30 ci-contre donnent la répartition du temps de présence en mai-juin et en août-septembre. Au printemps, le temps de présence a atteint son maximum sur six points du centre du lac, dont les trois situés dans les herbiers et en pleine eau libre. La concentration est un peu moins marquée en été, même si la zone centrale du lac y reste prédominante. Au cours des deux saisons, des points se distinguent sur la bordure avec des temps de présence très forts, notamment la Sénaigerie en mai-juin et en août-septembre, ainsi que Passay, la Maison de garde et l'Allée Guichaud à Bouaye toujours en été. Il s'agit de points où des colonies se situaient manifestement à proximité directe du micro, des cris sociaux (notamment) s'étant fait entendre une bonne partie de la nuit. En dehors de ces colonies, les points situés sur le pourtour du lac sont nettement plus faibles.

Les cartes 31 et 32 représentent les indices d'abondance et apportent des conclusions similaires, en renforçant l'impression de déséquilibre vers la partie centrale en eau l'été. La figure 60 propose une entrée par habitat des données sur l'abondance en août-septembre, montrant que l'espèce trouve son abondance maximale dans les roselières boisées et au contact de l'eau libre. L'espèce est très peu nombreuse en milieu ouvert comme en pleine forêt ou dans les aulnaies. Le chiffre indiqué pour les habitats urbanisés cache de fortes disparités entre Passay (IC 558) et les trois autres points qui atteignent la moyenne de 46 d'indice d'abondance.

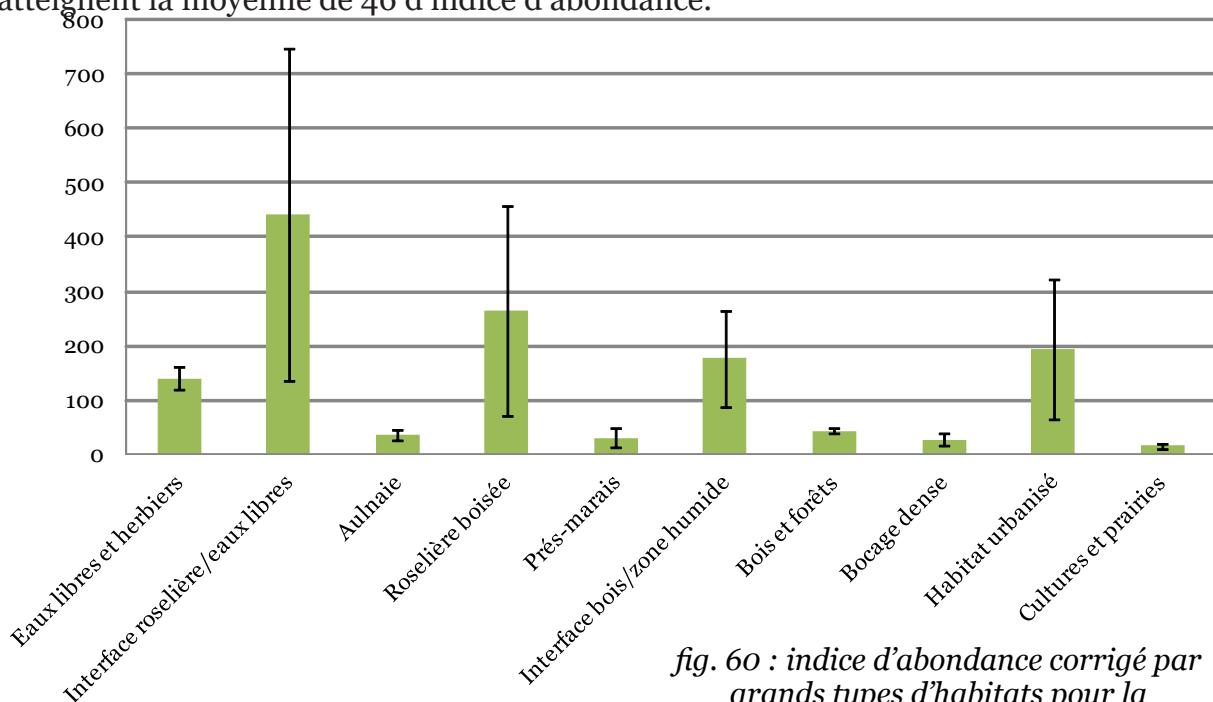


fig. 60 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour la Pipistrelle de Nathusius



Ce même jeu de données sur l'abondance est présenté ci-contre en ne tenant compte que des 25 points de la zone centrale où des sessions ont été réalisées au printemps et en été. La Pipistrelle de Nathusius apparaît peu fréquente dans les aulnaies quelle que soit la saison, et également fréquente en bordure des bois riverains. En revanche, son abondance est fortement supérieure sur l'eau libre et les herbiers en mai-juin, et dans les roselières boisées et à leur interface avec l'eau libre en été. Cette situation est donc la même que celle décrite pour la Pipistrelle commune et le Murin de Daubenton au sujet des eaux libres, peut-être à mettre en relation avec de fortes émergences de chironomes au printemps sur cette partie du lac.

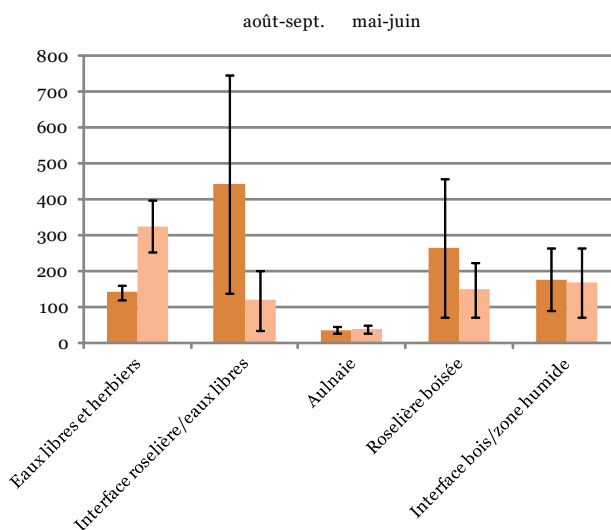
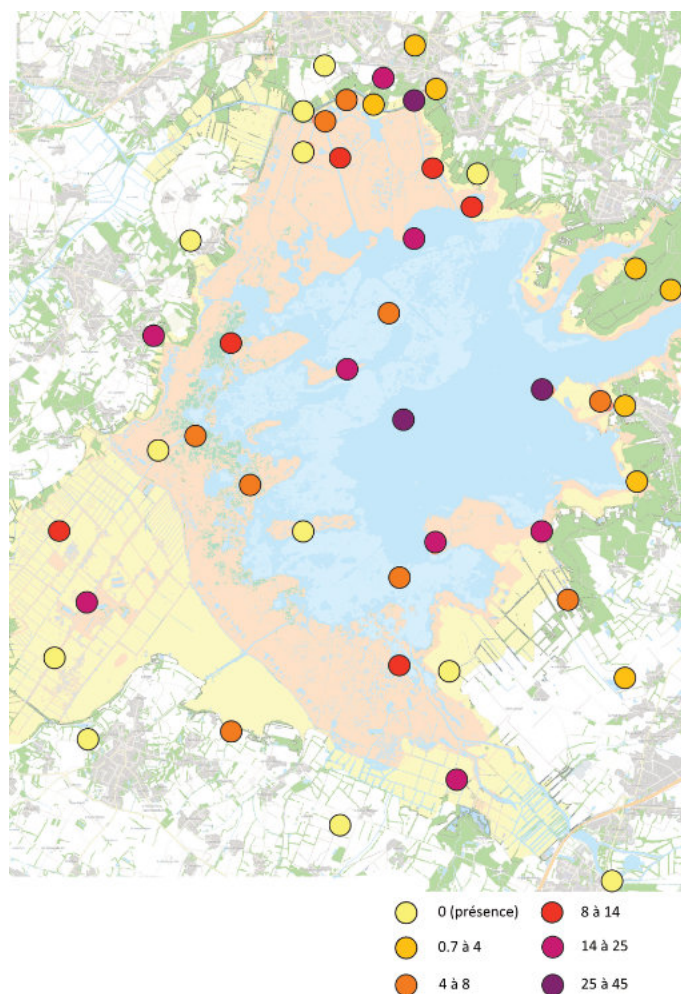


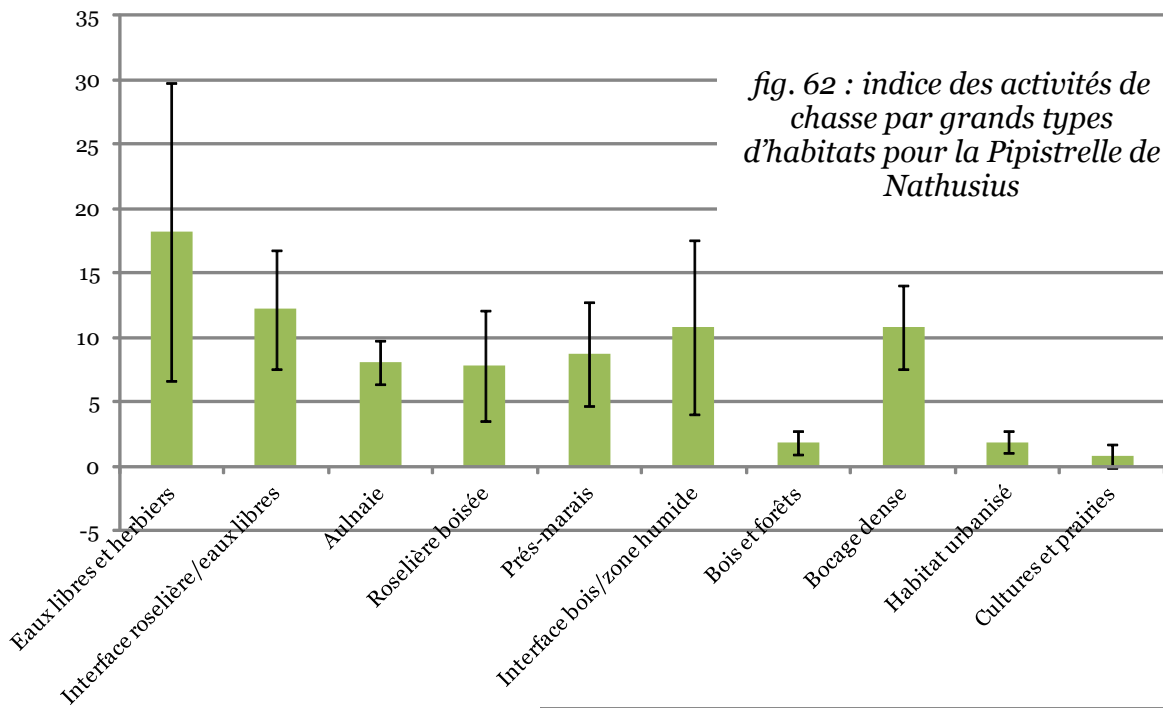
fig. 61 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats en mai-juin et en août-septembre pour la Pipistrelle de Nathusius

La carte 33 et la figure 62 page suivante traitent de l'indice des activités de chasse et montrent qu'ils sont répartis de façon nettement plus aléatoire. La zone centrale en eau et son interface avec les roselières boisées obtiennent en moyenne les valeurs les plus élevées, mais tous les types d'habitats de la zone humide, ainsi que le bocage dense, cachent de fortes disparités d'un point à l'autre. Les autres types d'habitats en dehors de la zone d'inondation semblent en revanche moins intéressants. Cette conclusion semble un peu plus vraie que pour la pipistrelle commune. Pour l'ensemble des nuits estivales, l'indice des activités de chasse moyen est de 9.33 ($\sigma = 10.54$) pour la Pipistrelle commune et de 8.18 ($\sigma = 9.66$) pour la Pipistrelle de Nathusius. Malgré ces valeurs proches, 9 des 46 nuits ont obtenu une valeur nulle pour la Pipistrelle



carte 33 : indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps) en août-septembre





de Nathusius, ce qui n'est le cas d'aucune nuit pour la Pipistrelle commune. La figure 63 ci-contre met en relation les heures d'arrivée et la distance à la limite de la zone d'inondation (les distances des points situés dans la zone d'inondation sont négatives sur les figures ci-après). Comparée à la même figure pour la Pipistrelle commune (fig. 58, p. 84), il apparaît que le décalage des arrivées entre bord et centre du lac est nettement moindre, même s'il existe toujours. Cela est sans doute dû à la fois à une vitesse de vol probablement supérieure, mais sans doute aussi à la présence plus marquée de gîtes dans les grands arbres de la zone d'inondation. Par exemple, le point de l'île de la Capitaine, au centre du lac, visible en bas à gauche dans le nuage de point, se distingue non seulement par son niveau d'activité et son temps de présence forts, mais aussi l'heure d'arrivée précoce. Cela suggère manifestement des gîtes locaux. A l'inverse, la fréquence des cris sociaux d'individus manifestement posés suggère l'existence de gîtes y compris en zone urbaine (Passay et Allée Guichaud).

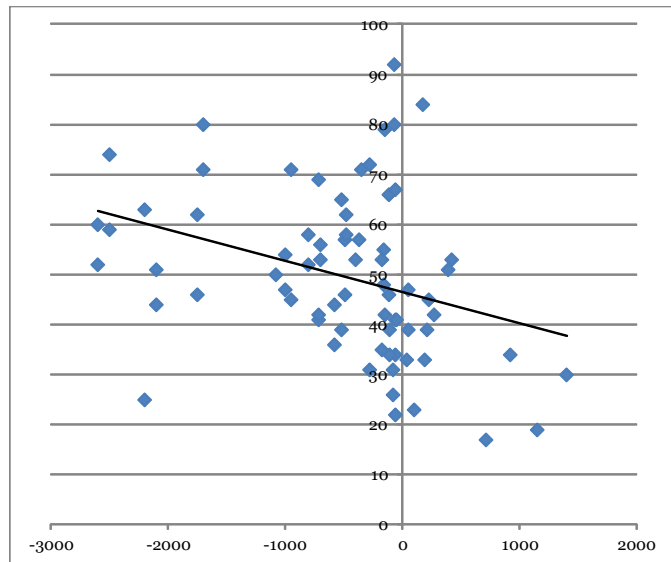


fig. 63 : relation entre distance du point à la limite de la zone d'inondation et heure d'arrivée de la Pipistrelle de Nathusius

La Pipistrelle de Nathusius est la troisième espèce la plus présente et la plus abondante sur le lac et ses environs. Elle trouve son abondance maximale sur la zone centrale en eau et son interface avec les roselières boisées. Par rapport à la Pipistrelle commune, il paraît probable que l'espèce tende plus facilement à gîter sur la zone d'inondation même.



D.3.15. Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)

La Pipistrelle de Kuhl est une espèce de taille petite à moyenne, présente dans toute la France à l'exception d'un grand quart nord-est où elle rare ou absente. Sa tendance démographique est considérée comme en augmentation. C'est une espèce commune en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC). L'espèce gîte essentiellement dans les bâtiments et semble peu exigeante quant à ses milieux de chasse. C'est une espèce audible d'assez loin et qui ne pose généralement pas de problème d'identification, même si les caractéristiques de ses signaux sont en large chevauchement avec ceux de la Pipistrelle de Nathusius (v. chapitre C.3.4.1. p. 19). Les tableaux 29 et 30 suivants donnent les résultats obtenus pour cette espèce.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Arche	242	49.9	156	1.92
Bonhomme	364	71.2	391	5.62
Boulogne	48	9.8	39	5.12
Bouquet à Ruby	301	59.1	402	3.98
Cabanne	50	10	13	0
Canal Guerlain	87	17.2	53	9.43
Capitaine	344	67.1	641	3.12
Douve du Large	124	23.6	25	4.00
Etier Sud	158	31.7	76	6.57
Grain d'Avant	138	28.5	65	1.53
Grève	350	72.3	1278	6.48
Herbier Brebis	256	52.2	361	7.75
Jean-Gouy	307	62.8	401	1.49
Lambourg Noé	81	15.5	39	0
Large	349	71.1	1425	2.38
Maison de garde	115	20.7	52	5.76
Malgogne coude	77	15.9	42	2.38
Malgogne levis	139	26.5	78	3.84
Morne	131	27	86	2.32
Parielle	160	32.2	66	6.06
Petit Bois	53	10.5	54	7.40
Pointe Monloup	232	46.6	578	6.40
Port d'hiver	164	29.8	88	1.13
Port RNN	164	31.1	123	1.62
Sénaigerie	78	15.5	56	1.78

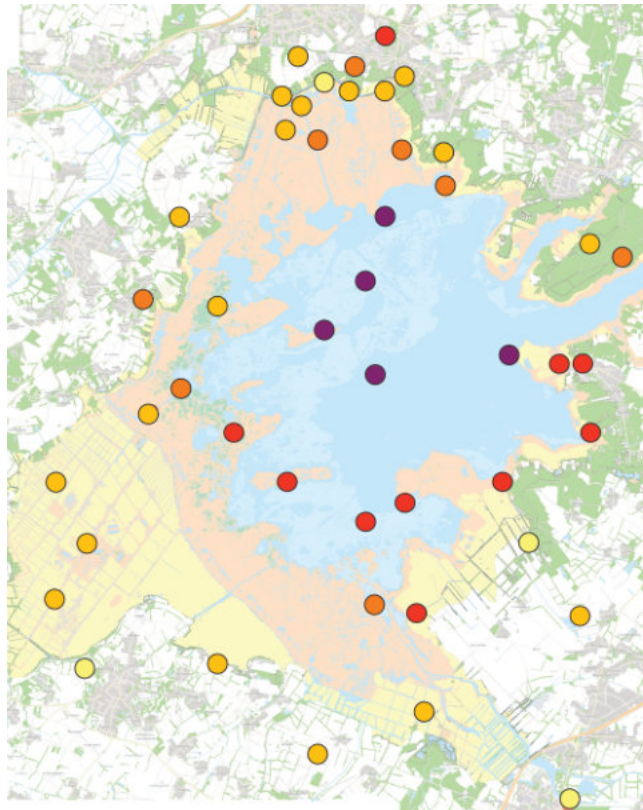
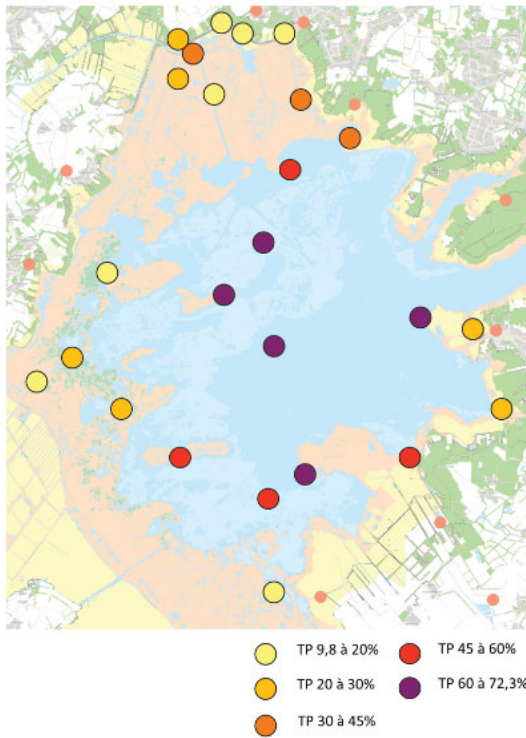
tableau 29 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Pipistrelle de Kuhl en mai-juin (seuls les points positifs sont listés)

Ci-contre : tableau 30 : temps de présence, indice d'abondance corrigé et indice d'activité de chasse pour la Pipistrelle de Kuhl en août-septembre (seuls les points positifs sont listés)

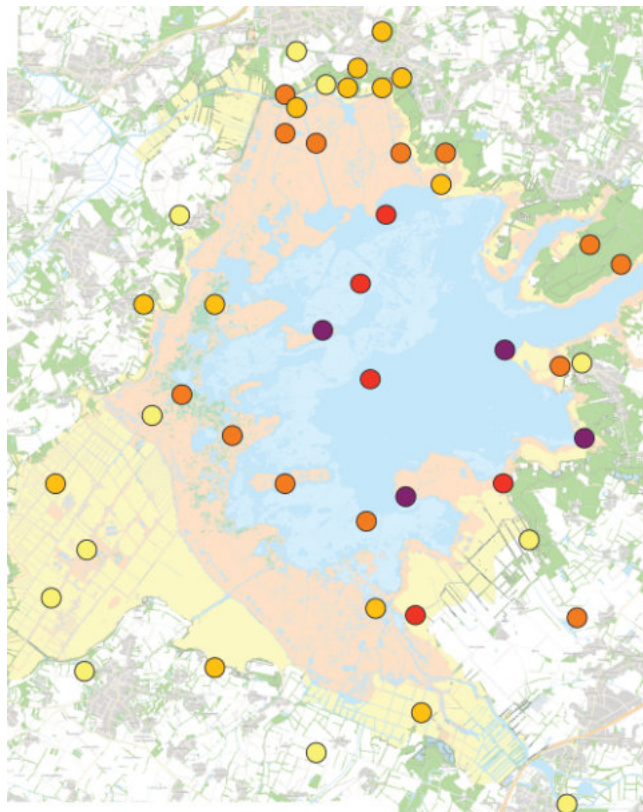
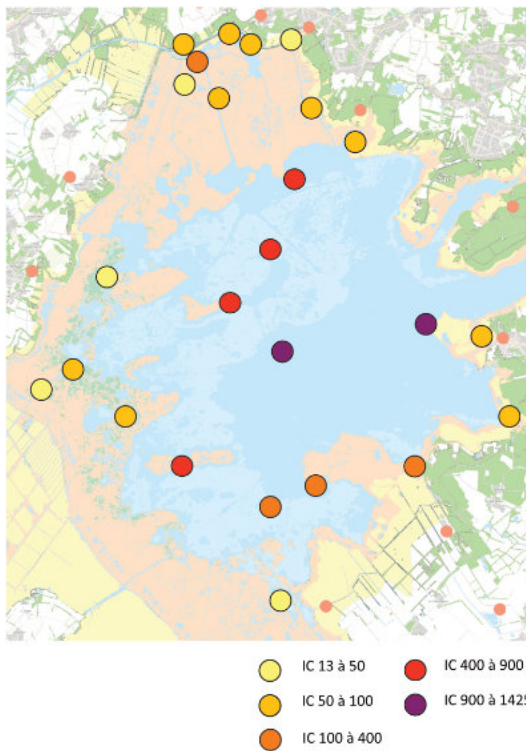


	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé	Indice d'activité de chasse
	Nb. Min.	%		
Abbatiale	40	6.1	20	0
Allée Guichaud	273	39.6	60	1.66
Arche	390	56.8	644	10.6
Arsangle	49	7.7	33	6.06
Bas Fief	86	12.5	42	7.14
Bois de l'Etier	115	19.7	108	0.92
Bonhomme	282	55.8	968	25.3
Boulogne	176	28.2	97	7.21
Bouquet à Ruby	196	31.2	164	2.44
Brèche fouérouse	65	11.9	26	0
Breil	117	18.0	147	12.92
Cabanne	89	15.5	73	12.32
Calvaire Butay	65	12.2	18	0
Canal Guerlain	140	23.5	139	6.47
Capitaine	472	77.5	765	14.5
Ch. Sénaigerie	147	21.6	71	4.22
Douve du Large	94	15.9	103	0.97
Effettrie	128	23.7	42	0
Etier Sud	151	26.4	167	5.98
Etier village	95	16.0	82	1.21
Fausse aux loups	63	11.5	34	5.88
Grain d'Avant	401	59.8	977	5.11
Grève	458	74.8	1729	29.49
Halbrandière N.	104	18.4	118	2.54
Halbrandière S.	151	26.3	121	1.65
Herbier Brebis	229	35.3	246	3.66
Jamonières	75	11.2	4	(25.0)
Jean-Gouy	415	67.4	329	3.04
Lambourg Noé	78	13.0	50	4.00
Large	487	78.7	450	10.2
Maison de garde	121	18.0	131	0.76
Maison du lac	93	16.9	33	3.03
Malgogne coude	112	17.8	35	5.71
Malgogne levis	130	21.5	145	8.27
Malsaine	6	0.9	3	0
Marais Michaud	100	18.1	93	20.43
Morne	203	33.7	122	9.01
Parielle	193	29.5	97	5.15
Passay	199	31.7	40	2.50
Petit Bois	39	6.12	15	0
Pointe Monloup	457	80.3	623	8.34
Port d'hiver	223	33.4	250	4.40
Port RNN	112	19.2	91	4.39
Prées commune	104	19.3	92	2.17
Saint-Joseph	226	40.6	338	4.43
Sénaigerie	67	10.5	46	2.17





cartes 34 et 35 : temps de présence (% des minutes positives) de la Pipistrelle de Kuhl (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite).



cartes 36 et 37 : indice d'abondance corrigé pour la Pipistrelle de Kuhl (mai-juin pour 26 points ci-dessus et août-septembre à droite).



Avec un temps de présence moyen de 35.9% ($\sigma = 21.3$) des tranches nocturnes de une minute sur les 25 points de la zone centrale en mai-juin, de 37.2% ($\sigma = 23.9$) sur ces mêmes points en août-septembre et de 35.9% ($\sigma = 21.3$) sur les 46 points réalisés en août-septembre, la Pipistrelle de Kuhl est la deuxième espèce la plus présente à Grand-Lieu, avec des valeurs légèrement supérieures à celles de la Pipistrelle de Nathusius et environ deux fois moindres que celle de la Pipistrelle commune.

Les cartes 34 et 35 page précédente donnent la répartition du temps de présence en mai-juin et en août-septembre. Elles montrent clairement que l'espèce atteint son maximum de présence sur la partie centrale du lac, et ce quelle que soit la saison. En été, seuls deux points éloignés de cette zone en eau dépassent 25% de temps de présence, l'Allée Guichaud à Bouaye (39.6%) et Passay (31.7%), avec probablement tous deux des gîtes à proximité.

Les cartes 36 et 37 représentent les indices d'abondance et apportent des conclusions identiques au printemps, alors qu'en été, les points les plus forts se situent davantage en bordure de roselière boisée.

La figure 64 ci-après présente les résultats obtenus sur les indices d'abondance sur la totalité des points en août-septembre, classés par grands types d'habitats. Cette figure confirme que l'abondance maximale est atteinte sur la zone en eau, les roselières boisées et leur interface, elle est moyenne dans les aulnaies, sur les prés-marais, les milieux boisés et leur lisière côté zone humide, et moindre dans les trois types d'habitats secs et ouverts en périphérie du lac.

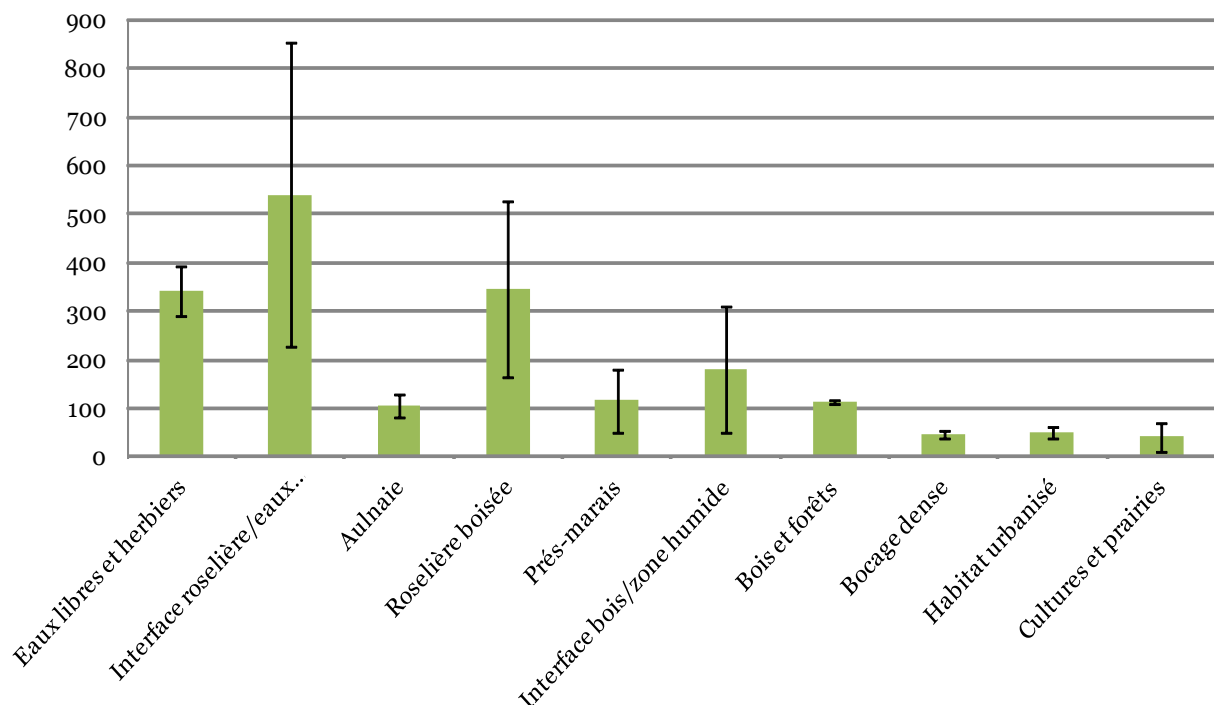


fig. 64 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats pour la Pipistrelle de Kuhl



Ce même jeu de données sur l'abondance est présenté ci-contre en ne tenant compte que des 25 points de la zone centrale où des sessions ont été réalisées au printemps et en été. Comme la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl semble boudier les aulnaies quelle que soit la saison, et est peu fréquente en bordure des bois riverains. Au printemps, son abondance est moyenne dans les roselières boisées et à leur contact avec les eaux libres, et maximale sur ces dernières. En été, l'abondance est plus équilibrée entre eaux libres, interface et roselières boisées, l'interface atteignant cette fois la valeur maximale. Ce report entre saisons est également constaté pour les deux autres pipistrelles, mais il semble que cette espèce soit plus attirée par la zone d'eau libre quelle que soit la saison.

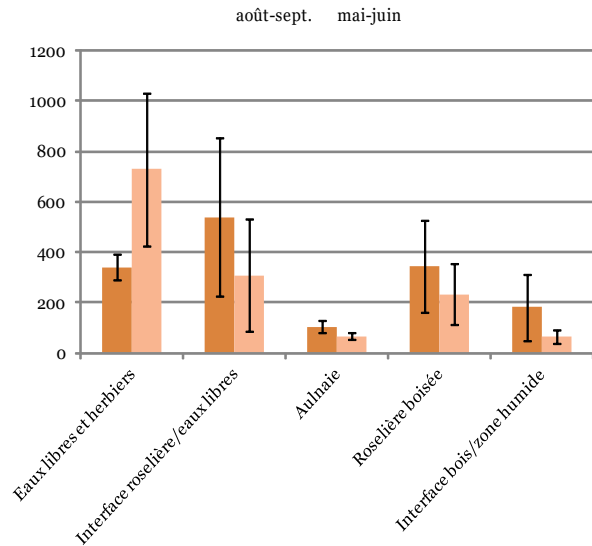
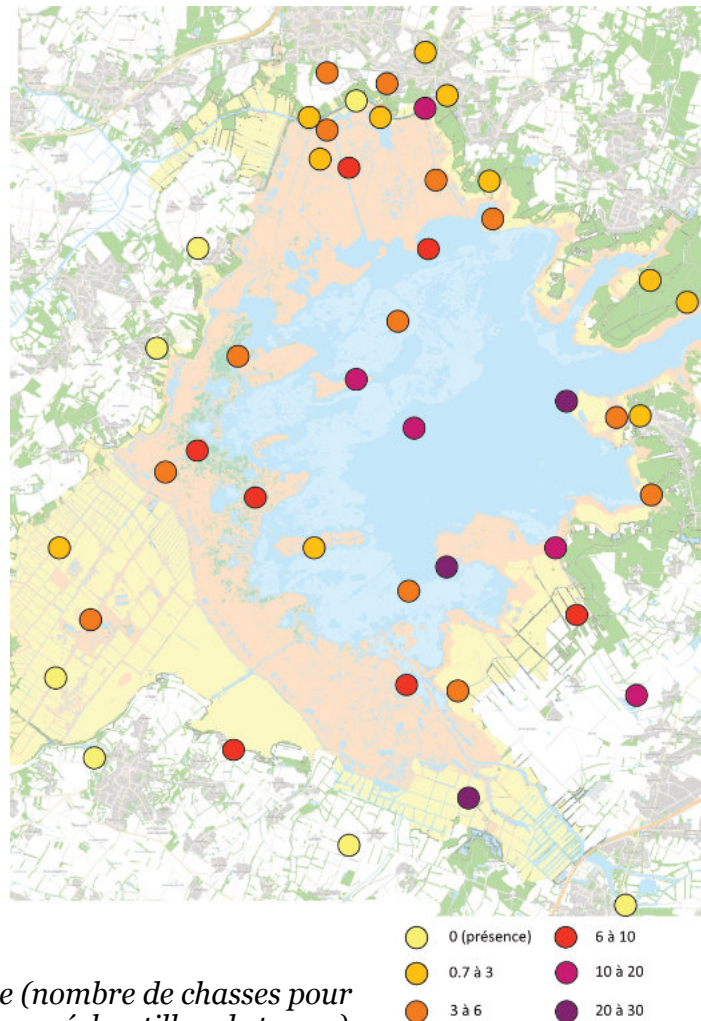


fig. 65 : indice d'abondance corrigé par grands types d'habitats en mai-juin et en août-septembre pour la Pipistrelle de Kuhl

La carte 38 et la figure 66 page suivante traitent de l'indice des activités de chasse en août-septembre. Tout d'abord il est intéressant de constater que l'indice de l'activité de chasse atteint des valeurs sensiblement inférieures chez cette espèce que chez les deux autres pipistrelles. Tous points confondus, la Pipistrelle de Kuhl a effectué une moyenne de 6.33 ($\sigma = 6.94$) chasses pour 100 individus détectés, contre 9.33 ($\sigma = 10.54$) pour la Pipistrelle commune et de 8.18 ($\sigma = 9.66$) pour la Pipistrelle de Nathusius. On constate ensuite que les différences entre grands types d'habitats, pour ce même indice, semblent moindres chez cette espèce que chez les deux autres pipistrelles, avec notamment des valeurs élevées pour certains points y compris en milieu cultivé. Cela suggère que l'espèce est un peu plus



carte 38 : indice des activités de chasse (nombre de chasses pour un cumul de 100 individus détectés sur un échantillon de temps) en août-septembre



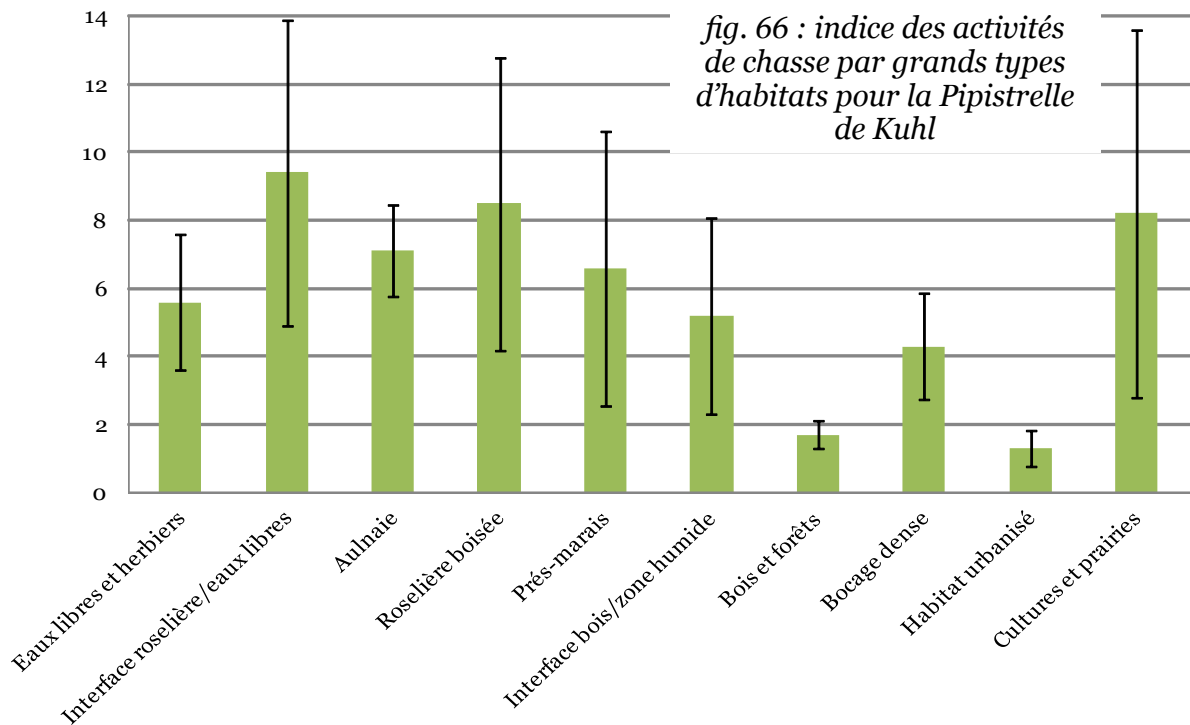


fig. 66 : indice des activités de chasse par grands types d'habitats pour la Pipistrelle de Kuhl

généraliste, et qu'indépendamment de son abondance, est peut-être davantage capable de chasser un peu partout.

La figure 67 ci-contre met en relation les heures d'arrivée et la distance à la limite de la zone d'inondation (les distances des points situés dans la zone d'inondation sont négatives sur les figures ci-après). Comparée à la même figure pour la Pipistrelle commune (fig. 58, p. 84), il apparaît que le décalage des arrivées entre bord et centre du lac est moindre. Il semble néanmoins que les points loin à l'intérieur de la zone humide voient leur première Pipistrelle de Kuhl nettement après une bonne partie des points de bordure, ce qui fait penser que la grande majorité des individus chassant sur le lac gîtent en bordure. S'agissant d'une espèce plus fortement liée à la zone centrale, il est également possible que beaucoup d'individus se livrent à un vol plus direct, avec un décalage qui du coup serait moindre.

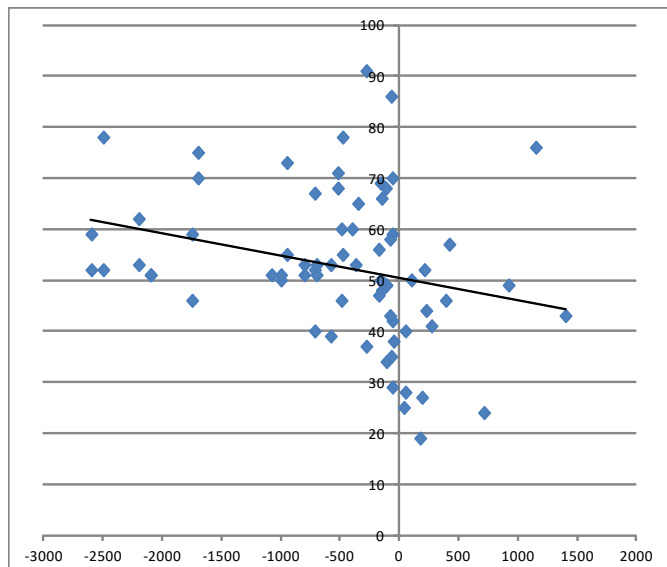


fig. 67 : relation entre distances du point à la limite de la zone d'inondation et heures d'arrivée de la Pipistrelle de Kuhl

La Pipistrelle de Kuhl est la deuxième espèce la plus présente et la plus abondante sur le lac et ses environs. Elle trouve son abondance maximale sur la zone centrale en eau, dans les roselières boisées et à leur interface. Malgré cette préférence, l'espèce semble moins exigeante quant au type d'habitats pour ses activités de chasse. Elle ne gîte probablement que marginalement sur la zone d'inondation.



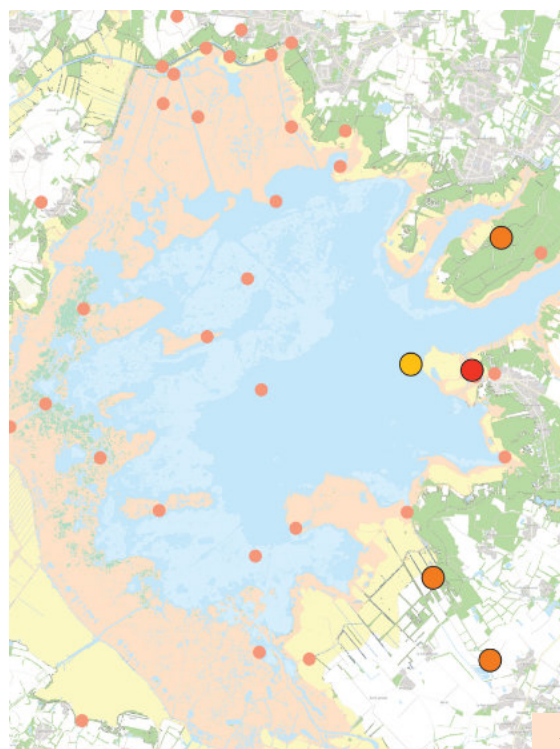
D.3.16. Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*)

La Pipistrelle pygmée est une espèce de petite taille, signalée dans toute la France mais qui ne semble commune que dans les départements méditerranéens. Dans les départements d'un grand tiers nord-ouest du pays, elle est considérée comme très rare à occasionnelle, ce qui est aussi le cas en Loire-Atlantique. Sa tendance démographique est inconnue. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC). L'espèce gîte essentiellement dans les arbres et les bâtiments et semble préférer les zones humides, les boisements et leur lisière quant à ses milieux de chasse. C'est une espèce audible d'assez loin et qui ne pose généralement pas de problème d'identification (v. chapitre C.3.4.1. p. 19).

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Arsangle (E)	2	0.32	
Breil (E)	1	0.15	
Grève (P)	2	0.42	
Halbrandière N. (E)	1	0.17	
Port d'hiver (E)	3	0.45	3
Port d'hiver (P)	1	0.20	

tableau 31 : temps de présence et indice d'abondance corrigé pour la Pipistrelle pygmée (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)

Le tableau 31 ci-dessus donne les résultats obtenus pour cette espèce, avec un total de 4 nuits en août-septembre et 2 en mai-juin lors desquelles 1 à 3 contacts ont été obtenus. La Pipistrelle pygmée a fourni quelques autres contacts, tous sur la Grève devant Passay, au cours de deux nuits d'enregistrement réalisées dans le cadre de Vigie-Chiro, en dehors du présent protocole : 1 contact au cours de la nuit du 15 juillet 2019 et 5 autres au cours de la nuit du 14 septembre 2020. Il est donc intéressant de constater que l'espèce a été contactée au cours de 3 des 4 nuits effectuées sur ce point, et au cours des 2 nuits réalisées sur le point voisin du Port d'hiver. Si on y ajoute les trois autres points positifs, tous situés à l'est du lac, on peut en déduire que l'espèce est probablement présente régulièrement en très petits nombres dans ce secteur. Pour rappel, l'espèce avait déjà été contactée à Bouaye en 2014 (P. Bellion *comm. pers.*).



carte 39 : points de présence de la Pipistrelle pygmée

- Présence mai-juin
- Présence août-septembre
- Présence 2 sessions

La Pipistrelle pygmée est une espèce très rare mais qui a été contactée au cours de six nuits (plus deux hors protocole) à l'est du lac. Il est fort possible qu'il existe une ou plusieurs petites colonies qui restent à trouver sur ce secteur.



D.3.17. Oreillard roux (*Plecotus auritus*)

L'Oreillard roux est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France mais plus rare dans le centre, le bassin aquitain et la sur la frange méditerranéenne. Elle est considérée comme commune en Bretagne et en Loire-Atlantique. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC), mais « quasi-menacé » (NT) en Pays-de-la-Loire. L'espèce gîte essentiellement dans les arbres et les bâtiments. C'est une espèce audible de moins loin que la Pipistrelle commune et qui peut être confondue avec l'Oreillard gris lorsqu'il s'agit de signaux distants, ainsi que certains cris sociaux de la Pipistrelle de Nathusius lorsqu'ils sont répétés régulièrement.

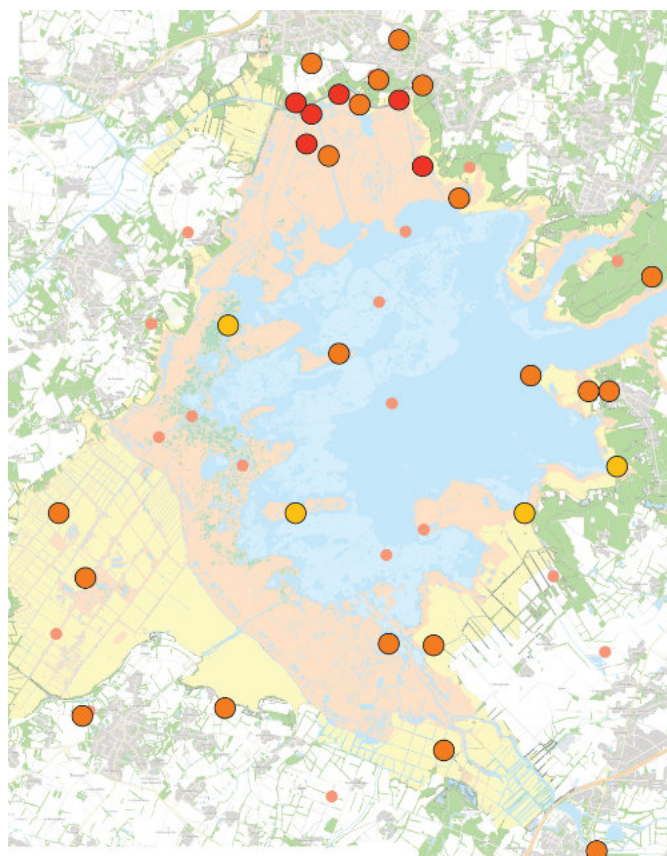
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Abbatiale (E)	22	3.37	5
Allée Guichaud (E)	3	0.43	
Arche (P)	1	0.21	
Bas Fief (E)	2	0.16	
Boulogne (E)	1	0.16	
Bouquet à Ruby (P)	2	0.39	1.25
Cabanne (P)	4	0.80	2.5
Cabanne (E)	3	0.52	3.8
Canal Guerlain (E)	2	0.34	3.8
Capitaine (E)	5	0.82	6.3
Ch. Sénaigerie (E)	6	0.88	
Douve du Large (P)	6	1.14	
Douve du Large (E)	1	0.17	
Etier Sud (P)	6	1.20	8.75
Etier Sud (E)	9	1.57	3.8
Etier village (E)	1	0.17	
Fausse aux loups (E)	1	0.18	
Grain d'Avant (P)	2	0.41	
Grève (E)	5	0.82	
Halbrandière S. (E)	1	0.17	
Lambourg Noé (P)	1	0.19	
Maison de garde (P)	1	0.18	
Maison de garde (E)	4	0.59	3.8
Maison du lac (E)	1	0.18	
Malsaine (E)	1	0.15	
Marais Michaud (E)	3	0.54	7.5
Parielle (E)	3	0.46	3.8
Passay (E)	4	0.64	1.3
Petit Bois (P)	1	0.20	
Petit Bois (E)	3	0.47	1.3
Port d'hiver (E)	1	0.15	
Port RNN (P)	1	0.19	
Port RNN (E)	1	0.17	
Prées commune (E)	1	0.19	
Saint-Joseph (E)	2	0.36	1.3
Sénaigerie (E)	5	0.78	2.5

Le tableau 32 ci-contre donne les résultats obtenus pour cette espèce, avec 10 nuits positives sur les 25 nuits printanières, et 26 nuits positives sur les 46 réalisées en été. L'espèce est peu nombreuse et ne fait souvent qu'apparaître qu'une à quelques fois au cours d'une nuit, avec une moyenne de 2.5 minutes positives par nuit en mai-juin et 3.5 minutes par nuit en août-septembre. L'Oreillard roux est donc manifestement moins commun que l'Oreillard gris à Grand-Lieu et sur son pourtour. A noter que le site de l'Abbatiale à Saint-Philbert obtient un nombre de minutes remarquablement élevé, ce qui s'est d'ailleurs reproduit au cours des deux nuits suivantes lors desquelles l'enregistreur avait été laissé sur le site. Ce nombre élevé de contacts et la fréquence des cris sociaux laisse penser qu'une colonie existe sur place.

tableau 32 : temps de présence et indice d'abondance corrigé pour l'Oreillard roux (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)

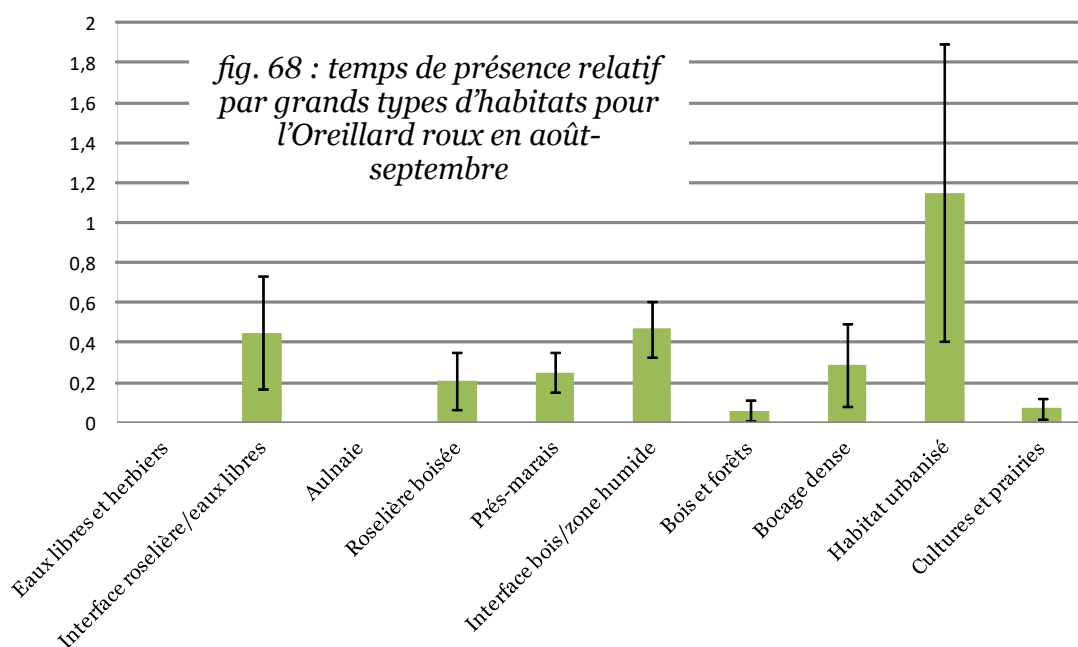


Outre ce point de l'Abbatiale à Saint-Philbert, la carte 40 ci-contre montre une forte concentration de points positifs au nord du lac (les points d'enregistrement y sont toutefois aussi concentrés, par rapport au reste de la zone). Les 12 points situés au nord du lac sont tous positifs et tous les points ayant enregistré la présence de l'espèce à la fois en mai-juin et en août-septembre s'y trouvent également. Cela suggère sans doute une présence plus forte par rapport au reste du lac et de ses environs, même si manifestement, l'espèce peut être contactée un peu partout, y compris jusqu'au centre du lac, comme sur les deux principales îles. La figure 68 ci-après montre elle-aussi que l'espèce est potentiellement présente dans beaucoup d'habitats, sachant qu'un des points positifs au printemps se situe dans les aulnaies inondées (Lambourg-Noé).



carte 40 : points de présence de l'Oreillard roux

- Présence mai-juin
- Présence août-septembre
- Présence 2 sessions



L'Oreillard roux est probablement peu nombreux mais bien présent, avec une densité apparemment supérieure sur le nord du lac et sur le site de l'Abbatiale à Saint-Philbert, où se trouve sans doute une colonie. Cette espèce s'aventure volontiers sur la zone humide, y compris jusqu'au centre du lac.



D.3.18. Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)

L'Oreillard gris est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France mais apparemment moins commun dans le nord, en région parisienne et dans le quart sud-ouest du pays. Elle est considérée comme commune en Bretagne et dans les Pays-de-la-Loire. Sa tendance démographique est inconnue. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC). L'espèce gîte dans les souterrains et les bâtiments, parfois les cavités arboricoles. C'est une espèce assez peu audible et qui peut être confondue avec l'Oreillard roux lorsqu'il s'agit de signaux distants, voire certains cris sociaux de la Pipistrelle de Nathusius lorsqu'ils sont répétés régulièrement.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Arche	4	0.82	
Bonhomme	2	0.39	6.25
Boulogne	1	0.20	
Bouquet à Ruby	1	0.20	
Cabanne	1	0.20	
Canal Guerlain	4	0.79	
Douve du Large	11	2.09	3.75
Étier Sud	4	0.80	2.50
Grain d'Avant	8	1.65	1.25
Grève	1	0.21	
Lambourg Noé	27	5.17	13.8
Maison de garde	3	0.54	
Malgogne coude	4	0.83	
Malgogne levis	4	0.76	
Petit Bois	8	1.58	
Port RNN	9	1.70	5
Sénaigerie	2	0.40	3.75

tableau 33 : temps de présence et indice d'abondance corrigé pour l'Oreillard gris en mai-juin (seuls les points positifs sont listés)

Les tableaux 33 et 34 présentent les données obtenues pour l'Oreillard gris, respectivement au printemps et en été. L'Oreillard gris est bien représenté à Grand-Lieu, sans toutefois être nombreux. L'espèce a été enregistrée sur 17 des 25 points au printemps, avec 1 à 27 minutes positives, ce qui revient à une moyenne de 1.08% des minutes nocturnes. En août-septembre, l'Oreillard gris a été enregistré sur 19 de ces mêmes 25 points, avec 1 à 14 minutes positives, soit une moyenne de 0.65% des minutes nocturnes. Toujours en été et en incluant cette fois les 21 points périphériques, le nombre maximal de minutes atteint 41, avec une moyenne de contact sur 1.26% des minutes nocturnes. Malgré ce temps de présence relatif très faible, en partie lié à sa détectabilité faible également, l'Oreillard gris a été détecté durant 57 des 71 nuits de suivi réalisées, soit 80,2% d'entre elles, montrant bien son omniprésence. Ce proportion de nuits positives n'est en effet battue que par les trois pipistrelles « communes », la Noctule commune, la Sérotine commune et le Murin de Daubenton.



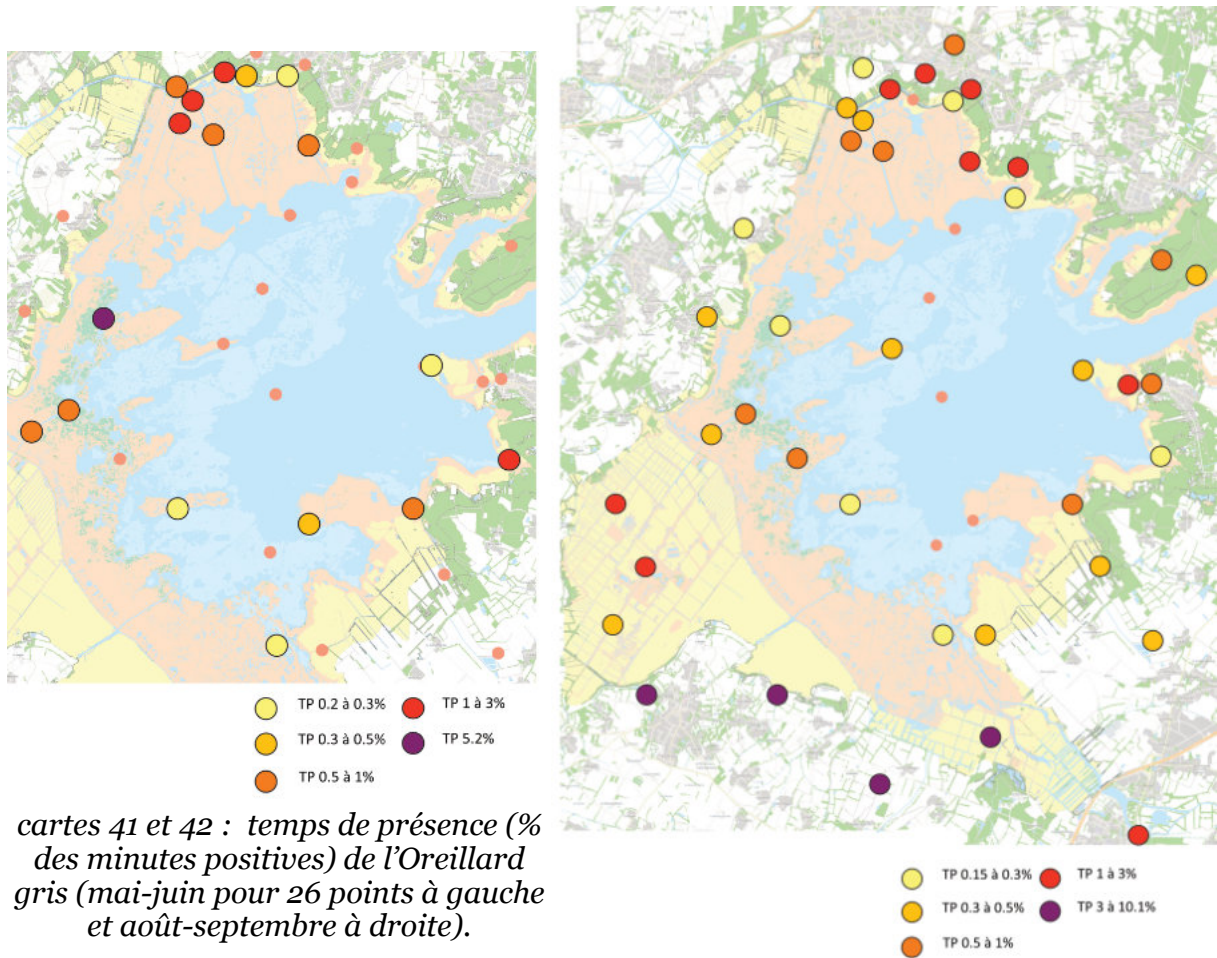
	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Abbatiale	9	1.38	
Allée Guichaud	6	0.87	
Arche	4	0.58	
Arsangle	2	0.31	3.8
Bas Fief	31	4.52	17.5
Bois de l'Etier	6	1.03	2.5
Boulogne	1	0.16	
Bouquet à Ruby	1	0.16	
Brèche fouérouse	2	0.37	
Breil	2	0.31	3.8
Cabanne	1	0.17	
Calvaire Butay	1	0.19	
Canal Guerlain	3	0.50	8.8
Capitaine	2	0.33	
Ch. Sénaigerie	16	2.35	3.8
Douve du Large	3	0.51	
Effetrie	2	0.37	
Etier Sud	13	2.27	7.5
Etier village	7	1.18	5
Fausse aux loups	9	1.65	
Grain d'Avant	2	0.30	
Grève	3	0.49	
Halbrandière N.	3	0.53	1.3
Halbrandière S.	2	0.35	
Jamonières	41	6.12	1.3
Lambourg Noé	1	0.17	
Maison de garde	3	0.45	
Maison du lac	1	0.18	2.5
Malgogne coude	2	0.32	
Malgogne levis	5	0.83	2.5
Malsaine	25	3.71	13.8
Marais Michaud	56	10.11	268
Morne	3	0.50	
Parielle	1	0.15	
Passay	6	0.96	2.5
Petit Bois	14	2.20	6.3
Port d'hiver	13	1.95	3.8
Port RNN	2	0.34	
Prées commune	7	1.30	3.8
Saint-Joseph	2	0.36	

tableau 33 : temps de présence et indice d'abondance corrigé pour l'Oreillard gris en août-septembre (seuls les points positifs sont listés)

Les cartes 41 et 42 page suivante présentent les résultats pour le temps de présence pour chacune des saisons. On remarquera que l'oreillard gris s'aventure volontiers sur la zone humide, et trouve même un temps de présence élevé en mai-juin sur le point Lambourg-Noë, en pleine aulnaie. En été, les quatre points de la côte sud, autour de Saint-Lumine, montrent les quatre plus fortes valeurs, suggérant une densité locale plus forte. La figure 69 confirme que l'espèce est absente ou très rare au-dessus de l'eau libre, et pourrait même trouver un indice de présence élevé sur les prés-marais, ce qui est une originalité au sein des chiroptères du lac. Les chiffres obtenus dans les autres habitats semblent concourir vers une préférence pour les milieux ouverts.

L'Oreillard gris est assez peu nombreux en règle générale, mais bien représenté, puisqu'il a été contacté au cours de près de 80% des nuits de suivi. Il semble préférer les habitats ouverts et secs, même s'il n'hésite pas à fréquenter les roselières boisées et les aulnais jusqu'au contact de la zone en eau. Il existe sans doute en densité plus forte au sud du lac.





cartes 41 et 42 : temps de présence (% des minutes positives) de l'Oreillard gris (mai-juin pour 26 points à gauche et août-septembre à droite).

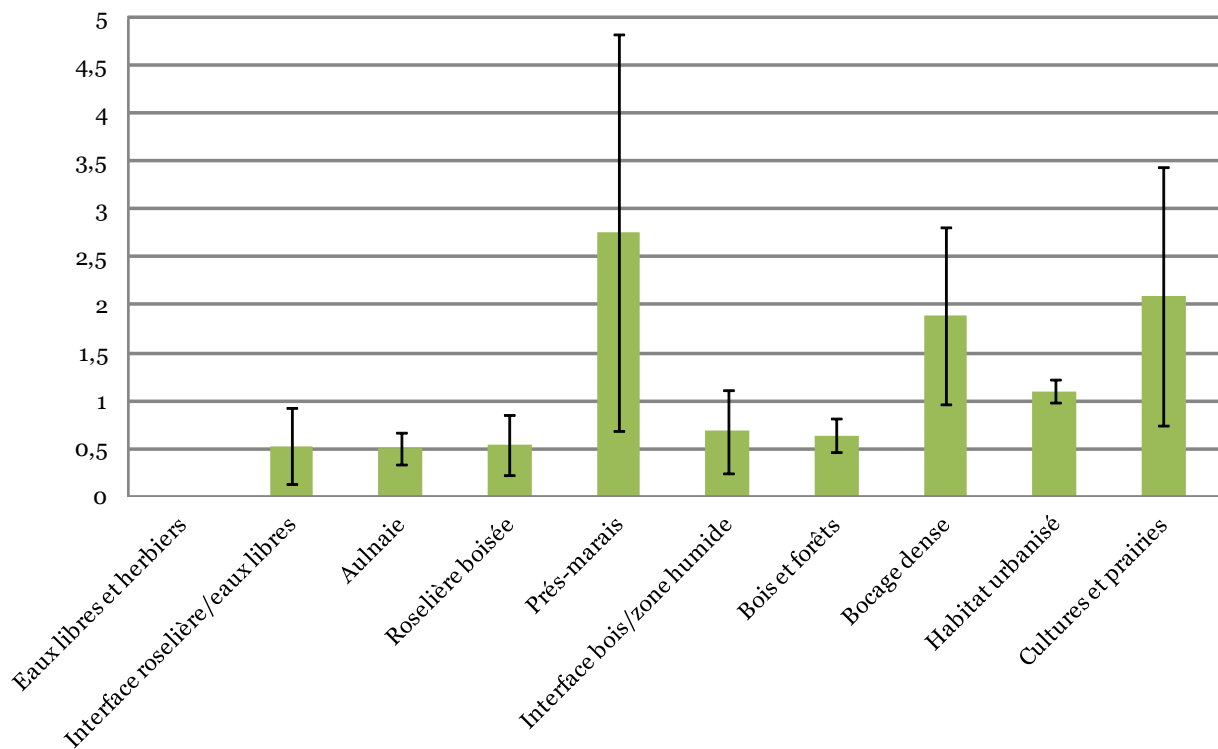


fig. 69 : temps de présence relatif par grands types d'habitats pour l'Oreillard gris en août-septembre



D.3.19. Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)

La Barbastelle est une espèce de taille moyenne, présente dans toute la France mais apparemment moins commune dans le nord, le nord-est et dans les départements méditerranéens. Elle est considérée comme commune en Bretagne et dans les Pays-de-la-Loire. Sa tendance démographique est inconnue. Son statut Liste Rouge UICN France n'est pas préoccupant (LC) mais l'espèce est considérée comme vulnérable (VU) en Europe. L'espèce gîte dans les souterrains, les bâtiments et les cavités arboricoles, et favorise pour les milieux boisés, les zones humides et leurs lisières pour chasser. C'est une espèce peu audible mais qui ne peut être confondue.

	Temps de présence		Indice d'abondance corrigé
	Nb. Min.	%	
Abbatiale (E)	2	0.31	5
Allée Guichaud (E)	5	0.72	
Arche (P)	1	0.21	3-34
Arsangle (E)	7	1.09	5
Bas Fief (E)	3	0.44	
Bois de l'Etier (E)	3	0.51	
Breil (E)	3	0.46	
Cabanne (P)	2	0.40	
Cabanne (E)	3	0.52	
Capitaine (E)	2	0.33	
Ch. Sénaigerie (E)	11	1.62	1.7
Douve du Large (E)	1	0.17	
Etier Sud (P)	35	7.01	13.4
Etier Sud (E)	48	8.39	13.7
Etier village (E)	15	2.53	3.4
Grain d'Avant (P)	1	0.21	
Grain d'Avant (E)	3	0.45	
Halbrandière N. (E)	1	0.18	3.4
Halbrandière S. (E)	3	0.52	1.7
Jamonières (E)	4	0.60	1.7
Lambourg Noé (E)	1	0.17	
Maison de garde (P)	8	1.44	3-34
Maison de garde (E)	11	1.63	6.7
Malsaine (E)	1	0.15	
Marais Michaud (E)	1	0.18	
Morne (E)	1	0.17	
Parielle (E)	2	0.31	5
Petit Bois (P)	13	2.57	
Petit Bois (E)	27	4.24	23.4
Saint-Joseph (E)	1	0.18	3.4
Sénaigerie (P)	20	3.98	11.7
Sénaigerie (E)	17	2.65	10

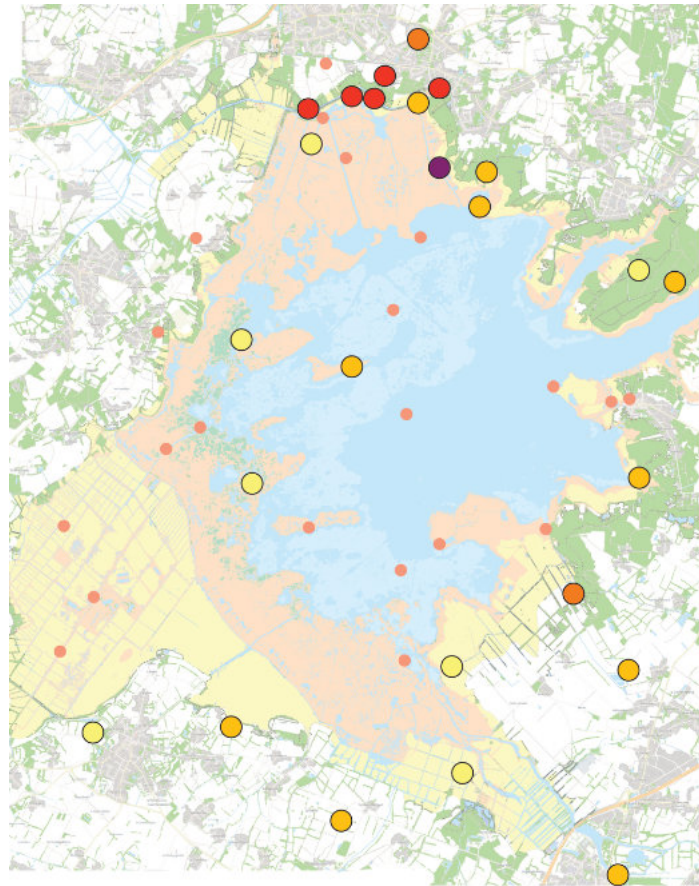
La Barbastelle d'Europe a été contactée sur 7 des 25 points suivis en mai-juin, avec un temps de présence compris entre 1 et 35 minutes (moyenne de 2.26% des minutes nocturnes), sur 11 de ces mêmes 25 points en août-septembre avec 1 à 48 minutes positives (moyenne de 1.73% des minutes nocturnes). En prenant en compte les 46 points réalisés en été, 25 ont été positifs avec en moyenne 1.14% des minutes nocturnes positives. L'indice d'abondance corrigé moyen révèle que l'espèce se situe en milieu de tableau quant à son abondance (10^{ème} position), juste après le Murin à moustaches et avant la Noctule de Leisler.

Le tableau 35 et la carte 43 page suivante montrent que l'espèce peut être contactée un peu partout, même si tous les points où elle s'est montrée bien présente se retrouvent en fait regroupés sur le nord du lac. A signaler d'ailleurs que les trois points les plus forts en été sont les mêmes qu'au printemps.

tableau 35 : Temps de présence et indice d'abondance corrigé pour la Barbastelle d'Europe (seuls les points positifs sont listés). Les sessions printanières sont marquées d'un (P) et les sessions estivales d'un (E)

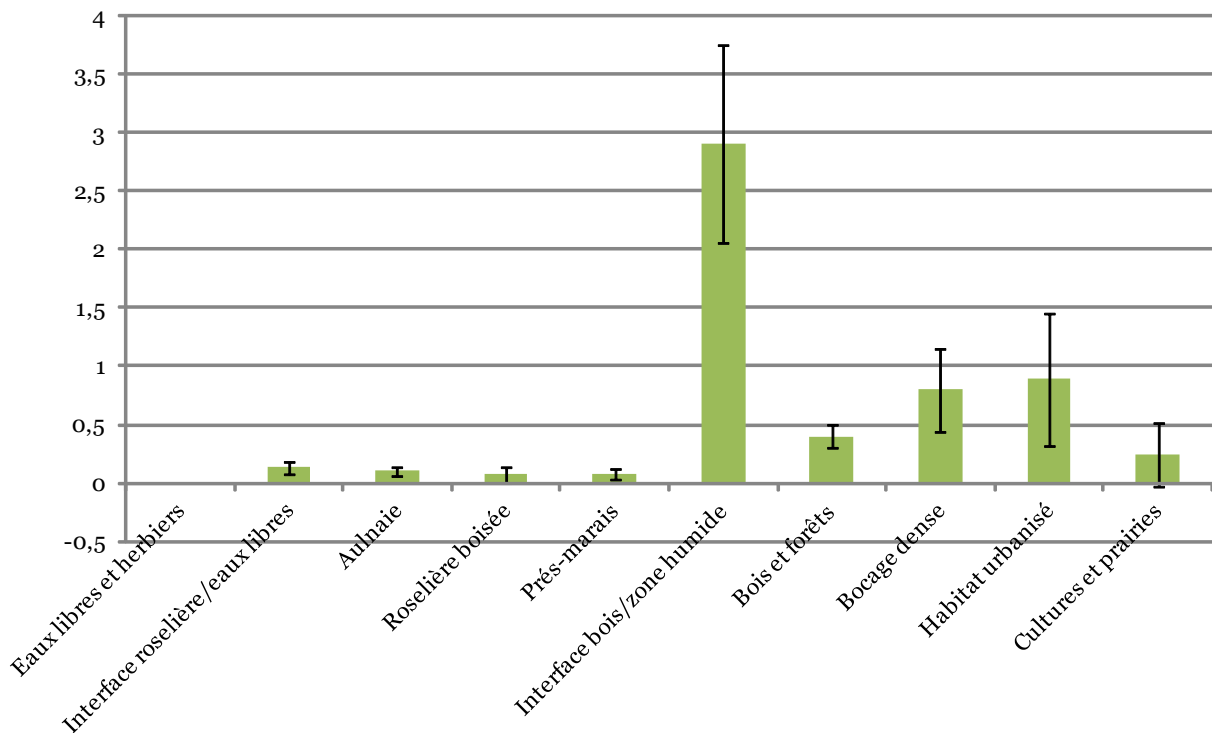


Hormis cette concentration de points au nord du lac, la Barbastelle a aussi été contactée jusque sur l'Île de la Capitaine au centre du lac. La figure 70 montre néanmoins qu'il semble s'agir d'une espèce plutôt spécialisée dans les lisières de forêt et leur interface avec la zone humide. Elle apparaît rarement dans les autres habitats de la zone humide, n'a été contactée sur aucun point d'eaux libres et herbiers flottants, et est un peu plus présente dans les différents types d'habitats secs de bordure.



La Barbastelle d'Europe est peu nombreuse, mais a néanmoins été contactée sur plus de la moitié des points. Ceux ayant enregistré une présence maximale sont concentrés au nord du lac. L'espèce a été enregistrée quelques fois dans différents habitats de la zone humide, mais semble préférer les habitats plus secs et en particulier l'interface bois riverains/zone humide.

carte 43 : temps de présence (% des minutes positives) de la Barbastelle d'Europe en août-septembre.



E. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Animaux nocturnes largement invisibles et inaudibles, les chauve-souris font partie des groupes d'espèces difficiles à étudier par le biais des méthodes d'observation classiques de la faune. C'est pour cette raison avant tout que les chiroptères de Grand-Lieu sont longtemps restés méconnus, puisque les seuls éléments dont nous disposions étaient basés sur quelques sorties opportunistes réalisées avec des détecteurs portatifs d'ultrasons. Il a donc été décidé, dans le cadre du Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve Naturelle Nationale, de mettre en place un protocole avancé pour mieux cerner le sujet.

Cette étude se base sur les progrès technologiques récents en matière de détection, d'enregistrement passif et d'analyse acoustique des ultrasons émis par les chiroptères. 46 points ont été désignés dans les différents habitats typiques du lac et de son pourtour, chacun d'entre eux ayant fait l'objet d'une nuit complète d'enregistrement en août-septembre 2019 ou 2020, en complément de 25 nuits effectuées aussi en mai-juin sur les points situés sur les réserves naturelles nationale et régionale, qui couvrent la partie centrale du lac. Ces 71 nuits d'enregistrement ont ensuite nécessité plusieurs centaines d'heure d'analyse, pour aboutir aux résultats présentés ici.

Les principaux enseignements de cette étude concernent d'abord une approche globale sur le peuplement chiroptérologique, avec en particulier des différences marquées entre la partie centrale du lac et sa périphérie. En effet, si la diversité spécifique s'avère être maximale en bordure de zone d'inondation, en particulier à l'interface entre bois riverains et zone humide, l'abondance des chauves-souris et leurs activités liées à l'alimentation sont maximales sur la partie centrale du lac, en lien particulièrement avec les cinq espèces les plus abondantes. S'il apparaît que les roselières boisées abritent probablement peu de gîtes diurnes pour ces espèces, le lac constitue néanmoins un terrain de chasse extraordinairement riche. A ce titre, Grand-Lieu représente un enjeu majeur au moins pour la Noctule commune, les Pipistrelles commune et de Nathusius, notamment au regard de leur statut de protection et de la représentativité régionale (voir tableau 36 page suivante).

La présente étude propose ensuite des précisions sur le statut de chacune des 19 espèces répertoriées à Grand-Lieu, en essayant de mieux cerner leur répartition locale, leur abondance et la nature de leurs activités en fonction des grands types d'habitats.

Bien entendu, bien des aspects restent à étudier. En premier lieu, cette étude se porte sur un nombre de points et de nuits limités. Les variations fines, entre nuits sur un même point et entre points proches n'ont pas été suffisamment étudiées. Ensuite, ce travail porte sur une durée de temps limitée, entre juillet 2019 et septembre 2020. Il s'agit donc d'une photographie à un moment précis, qui ne peut par définition pas tenir compte de l'évolution des différents paramètres (abondance, temps de présence, activité, préférences écologiques de chaque espèce) et encore moins de l'éventuelle variabilité interannuelle. Enfin, de nombreux champs d'étude sont à peine effleurés : localisation des gîtes, sites d'hibernation et de mise-bas, cycle de présence annuel, rôle de l'effet-lisière et de la structure fine des habitats, relation entre abondance des chiroptères et localisation et composition du plancton aérien... etc.



Il s'agit néanmoins ici d'un point de départ intéressant, car c'est la première fois que nous disposons d'une vue d'ensemble du peuplement chiroptérologique du lac. De plus, la méthode utilisée, basée sur l'analyse d'enregistrement archivés, permettra à l'avenir de nouvelles analyses des mêmes fichiers, en particulier en profitant des progrès technologiques rapides dans les logiciels d'analyse automatique. Enfin, et toujours grâce à cette méthode, il sera facile à l'avenir d'obtenir des données directement comparables, et de produire ainsi des informations solides sur l'évolution de cette partie importante du patrimoine naturel du lac que sont les chauve-souris.

	Statut			Responsabilité régionale	Listes Rouges		
	Grand-Lieu	PdL	Tendance PdL		Europe	France	PdL
Grand Rhinolophe	++	+++	↗	Elevée	NT	LC	LC
Murin de Daubenton	+++	+++	↘	Mineure		LC	NT
Murin à moustaches	++	+++	↗	Mineure	LC	LC	LC
Murin d'Alcathoe	+	++	?	Mineure	DD	LC	DD
Murin à oreilles échancrées	+	++	↗	Elevée	LC	LC	LC
Murin de Natterer	+	+++	?	Mineure		LC	LC
Murin de Bechstein	+	+++	?	Elevée	VU	NT	NT
Grand Murin	+	++	?	Modérée	LC	LC	NT
Sérotine commune	+++	+++	↘	Elevée		NT	VU
Noctule commune	+++	+++	↘	Très élevée	LC	VU	VU
Noctule de Leisler	++	++	?	Modérée	LC	NT	NT
Grande Noctule	o	o	?	-	DD	VU	-
Pipistrelle commune	+++	+++	↘	Modérée		NT	NT
Pipistrelle de Nathusius	+++	+++	↘	Elevée	LC	NT	VU
Pipistrelle de Kuhl	+++	+++	?	Modérée	LC	LC	LC
Pipistrelle pygmée	+	+	?	-	LC	LC	DD
Oreillard roux	++	++	?	Mineure		LC	NT
Oreillard gris	++	+++	?	Mineure	NT	LC	LC
Barbastelle d'Europe	++	++	?	Modérée	VU	LC	LC

tableau 36 : résumé du statut local, de l'état de conservation et des tendances démographiques des espèces de chiroptères contactées au lac de Grand-Lieu (sources : site web PNA, MARCHADOUR & al. 2020, MEME-LAFOND 2009)



REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à Pascal Bellion (GMB) pour son aide en particulier quant à la détermination des sons. Merci encore à Pascal, ainsi qu'à Nicolas Chenaval (GMB), pour avoir contribué à la mise en place d'une collaboration avec la SNPN sur ce projet de suivi des chiroptères, ainsi que pour leur relecture avisée. Merci enfin à Didier Montfort pour son aide et sa relecture.

BIBLIOGRAPHIE

Arthur L., & Lemaire M. (2015). les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Coll. Parthénope, Biotope édition, Mèze, NHBN, Paris.

Barataud M. (2015). Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. 3ème éd.. Biotope, Mèze ; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 344 p.

Gillier J.-M. & Reeber S. (2018). Plan de gestion 2018-2027. SNPN. 258p.

Groupe Mammalogique Breton (2017). Atlas des mammifères de Bretagne. Locus Solus ad., 312 p..

Marchadour B., Banasiak M., Barbotin A., Beslot E., Chenaval N., Grosbois X., Mème-Lafond B., Montfort D., Moquet J., Paillat J.-P., Pailley P., Perrin M., Rochard N. & Varenne F. (2020). Liste rouge des mammifères continentaux des Pays de la Loire et responsabilité régionale. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Angers, 20 p.

Marion L. & Marion P. (1976). Contribution à l'étude écologique du lac de Grand-Lieu. Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France, Muséum d'histoire naturelle.

Mème-Lafond B. (2009). Plan National d'Action pour les Chiroptères – Déclinaison régionale en Pays de la Loire. LPO ANJOU.

Middleton N., Froud A. & French K. (2014). Social calls of the Bats of Britain and Ireland. Pelagic Publishing, Exeter, 176 p.

Paillisson J.-M., Boret P., Carpentier A., Marion L. & Reeber S. (2001). Plan de gestion de la réserve naturelle du lac de Grand-Lieu, 2001-2005. SNPN. 98 p.

Pfalzer G., & Kusch J. (2003). Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *Journal of Zoology*, 261(1) : 21-33.

SNPN (2009). Plan de gestion de la réserve naturelle nationale du lac de Grand-Lieu, 2009-2013. SNPN. 319 p.

Tupinier Y. (1996). L'univers acoustique des chiroptères d'Europe. Société Linnéenne de Lyon, 133 p.

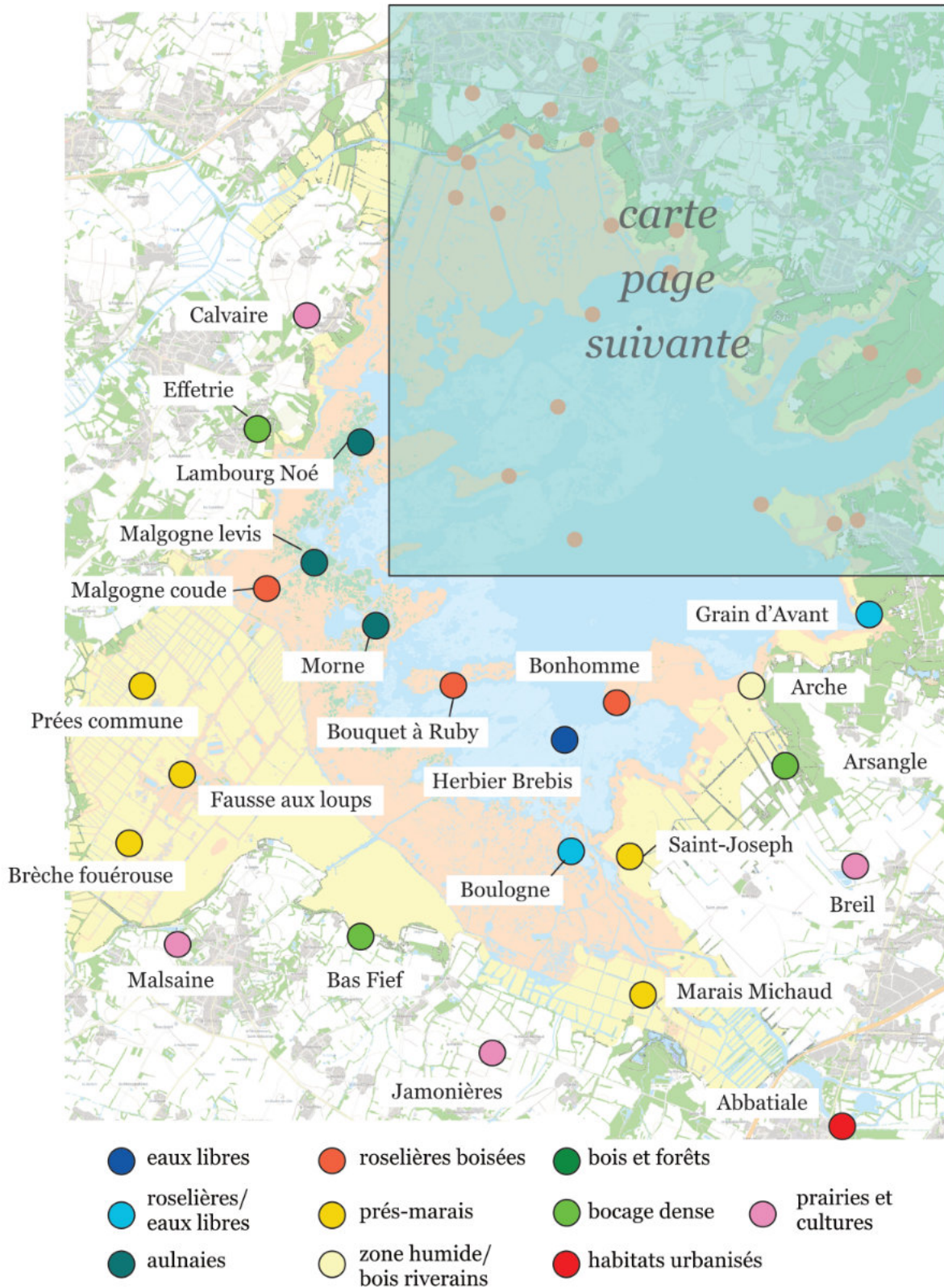
Ressources en ligne

Site web du PNA chiroptères : <https://plan-actions-chiropteres.fr/>

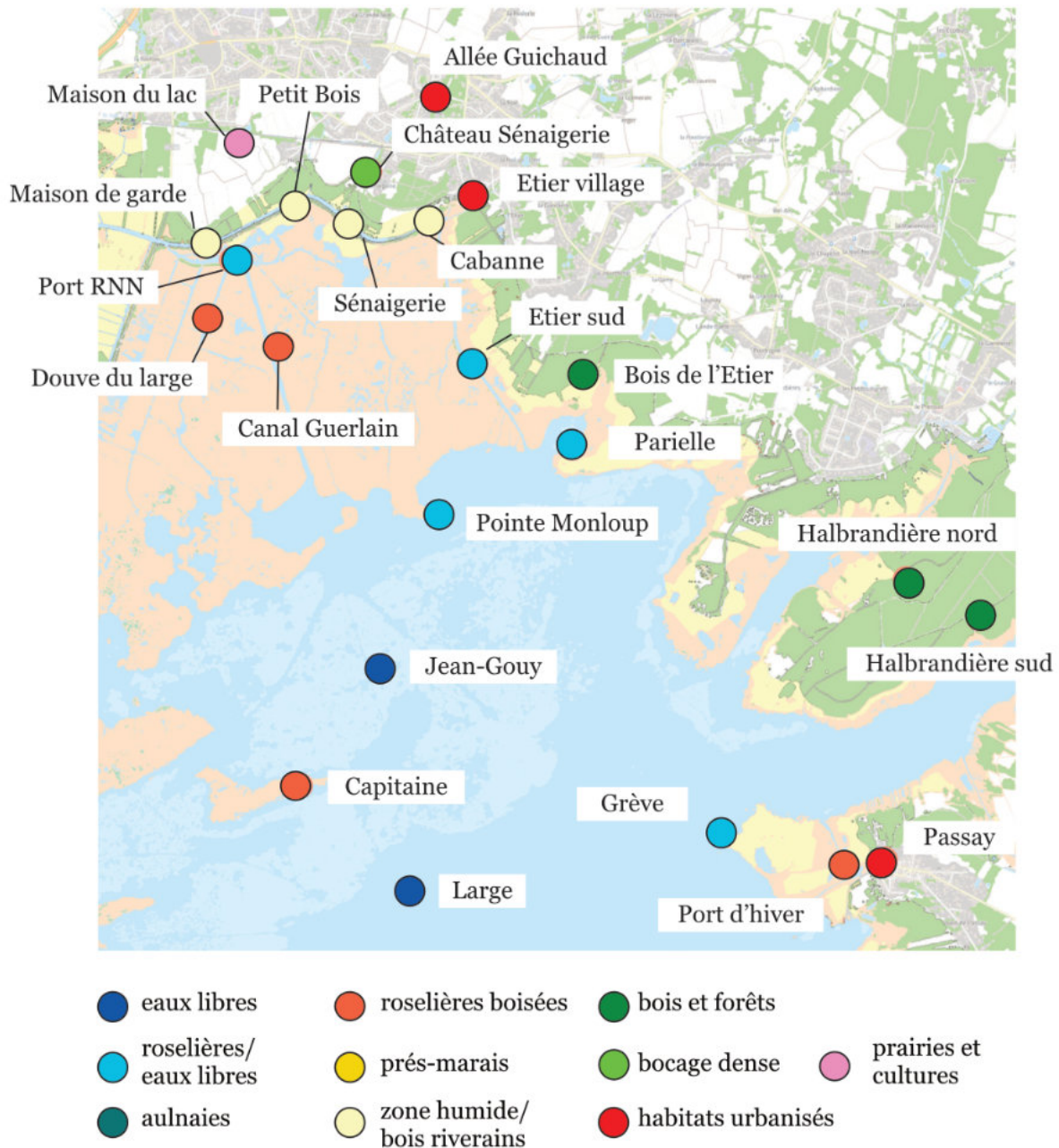
Site web de Vigie-Chiro : <http://www.vigienature.fr/fr/chauves-souris>



ANNEXE : Localisation précise des points d'échantillonnage



Les deux cartes ci-contre et ci-dessous présentent les noms utilisés dans cette étude pour chaque point échantillonné, tout en leur attribuant un code couleur lié au grand type d'habitat auquel ils ont été attribués. Le tableau page suivante indique également leur coordonnées GPS.



Nom du point	commune	GPS_N	GPS_W	habitat
Abbatiale	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.039107	-1.640182	urbanisé
Allée Guichaud	Bouaye	47.140592	-1.675156	urbanisé
Arche	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.081400	-1.652123	ZH/bois riverains
Arsangle	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.074316	-1.647799	bocage dense
Bas Fief	Saint-Lumine-de-Coutais	47.057643	-1.707709	bocage dense
Bois de l'Etier	Bouaye	47.125009	-1.663442	bois et forêts
Bonhomme	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.079997	-1.671612	roselières boisées
Boulogne	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.065394	-1.676981	roselières/eaux libres
Bouquet à Ruby	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.081666	-1.693815	roselières boisées
Brèche fouérouse	Saint-Mars-de-Coutais	47.066680	-1.738476	prés-marais
Breil	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.064290	-1.637843	prairies-cultures
Cabanne	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.133721	-1.675505	ZH/bois riverains
Calvaire Butay	Saint-Mars-de-Coutais	47.116694	-1.714888	prairies-cultures
Canal Guerlain	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.127805	-1.699352	roselières boisées
Capitaine	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.101558	-1.686128	roselières boisées
Chateau Sénaigerie	Bouaye	47.136089	-1.680785	bocage dense
Douve du Large	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.128360	-1.693901	roselières boisées
Effetrie	Saint-Mars-de-Coutais	47.105332	-1.721748	bocage dense
Etier Sud	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.126016	-1.673119	roselières/eaux libres
Etier village	Bouaye	47.134904	-1.672462	urbanisé
Fausse aux loups	Saint-Mars-de-Coutais	47.073439	-1.732283	prés-marais
Grain d'Avant	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.088132	-1.636029	roselières/eaux libres
Grève	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.098883	-1.650943	roselières/eaux libres
Halbrandière Nord	Saint-Aignan-de-Grand-Lieu	47.112459	-1.636298	bois et forêts
Halbrandière Sud	Saint-Aignan-de-Grand-Lieu	47.111267	-1.629853	bois et forêts
Herbier Brebis	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.076771	-1.679020	eaux libres-herbiers
Jamonières	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.046038	-1.687517	prairies-cultures
Jean-Gouy	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.108224	-1.679835	eaux libres-herbiers
Lambourg Noé	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.104803	-1.707156	aulnaie
Large	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.095458	-1.677475	eaux libres-herbiers
Maison de garde	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.132272	-1.693729	ZH/bois riverains
Maison du lac	Bouaye	47.137607	-1.691873	prairies-cultures
Malgogne coude	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.093902	-1.713932	roselières boisées
Malgogne levis	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.091470	-1.719017	aulnaie
Malsaine	Saint-Lumine-de-Coutais	47.056945	-1.733029	prairies-cultures
Marais Michaud	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.039107	-1.640182	prés-marais
Morne	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.087598	-1.704758	aulnaie
Parielle	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.120921	-1.663924	roselières/eaux libres
Passay	La Chevrolière	47.097457	-1.637211	urbanisé
Petit Bois	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.134279	-1.686991	ZH/bois riverains
Pointe Monloup	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.116811	-1.674932	roselières/eaux libres
Port d'hiver	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.097043	-1.640804	roselières boisées
Port RNN	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.131779	-1.692479	roselières/eaux libres
Prées commune	Saint-Mars-de-Coutais	47.081847	-1.738023	prés-marais
Saint-Joseph	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.064656	-1.669621	prés-marais
Sénaigerie	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	47.133330	-1.682668	ZH/bois riverains





SOCIÉTÉ NATIONALE DE PROTECTION DE LA NATURE



Réserve Naturelle
LAC DE GRAND-LIEU

www.snpn.com

Réserve naturelle nationale du Lac de Grand-Lieu
Société nationale de protection de la nature

La Chaussée, 44830 BOUAYE | 02 40 32 62 81 | rnn.grandlieu@snpn.fr | www.snpn.com
Association fondée le 10 février 1854 - Reconnue d'utilité publique le 26 février 1855

