

Les chiroptères aux abords des infrastructures de transport



Bordereau documentaire

Identification du document

Type de document : Rapport de terrain	Référence SIGMA : C17NB0103 Référence Agence de l'Eau : 3061000 – action n°3
Date : 15/01/2019	Numéro de version : 1 Nature : <input type="checkbox"/> Intermédiaire / <input checked="" type="checkbox"/> Final
Titre : Les chiroptères aux abords des infrastructures de transport	
Sous-titre :	
Rapport réalisé avec la participation financière de : Agence de l'Eau Artois-Picardie Stéphane Jourdan, chef du service milieux aquatiques et maîtrise d'ouvrage Centre Tertiaire de l'Arsenal 200, rue Marceline B.P. 80818 - 59508 DOUAI CEDEX 03 27 99 90 00 s.jourdan@eau-artois-picardie.fr	
Auteur :	Florian Fournier / AMNB / Chargé d'études Biodiversité et Aménagement / florian.fournier@cerema.fr / 0320496273
Contributeurs :	Alexane Broussin / AMNB / Stagiaire Anasthasia Sanchez de Launay / AMNB / Stagiaire Olivier Pichard / AMNB / Directeur d'études Biodiversité et Aménagement Ahmed Menouche / AMNB / Chargé d'études Biodiversité et Aménagement

Diffusion : ☐ Confidentiel (diffusion réservée au Cerema)
☒ Diffusion restreinte (diffusion réservée en interne Cerema et AEAP)
☐ Diffusion libre

Historique des versions

Version	Date	Commentaire
v0	15/12/18	Version d'avancement à compléter
v1	21/01/19	Version finale

Propriété intellectuelle

Conformément au code de la propriété intellectuelle, les livrables produits par le Cerema sont la propriété de leur auteur : droits moraux aux personnes physiques nommément désignées sur le rapport, droits patrimoniaux au Cerema.

En conséquence, un exemplaire du rapport sera conservé à la documentation du Cerema pour une exploitation à des fins méthodologiques.

Ces dispositions légales vous engagent à respecter l'obligation minimale de citation de l'auteur dans toutes vos communications impliquant notre production. De son côté, le Cerema s'engage à toujours citer le demandeur en tant qu'organisme ayant financé l'étude.

Indépendamment de ces obligations minimales, des spécifications particulières visant à l'application du droit d'auteur (procédé et conditions de divulgation) peuvent être indiquées lors de la transmission du document final.

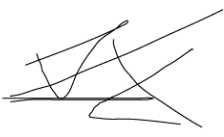


Certification Qualité



Les prestations du Cerema Nord Picardie sont menées dans le respect de sa politique Qualité.

Le Cerema Nord Picardie est certifié ISO 9001 (version 2015) pour ses trois implantations (Siège, Sequedin et Saint-Quentin) depuis le 16 mars 2017.

Validations techniques et visas

	Rédaction	Contrôle interne	Approbation
Nom / Qualité	Florian Fournier Chargé d'études	Anne-Claire De Rouck Chargée d'études	Étienne Chermette Chef de groupe
Date / Visa	Le 21/01/2019 	Le 22/01/2019 	Le 23/01/2019 

Visa du Chef de département Territoire Écologie Énergie Risques

Date : 29/01/2019

A blue ink signature, appearing to be 'Corinne Lampin', written in a cursive style.

Corinne LAMPIN

Résumé

Le présent rapport correspond à une capitalisation des données de terrain enregistrées sur les chiroptères (groupe d'espèces protégées au niveau national) aux abords d'infrastructures de transport routier. Ces données ont été enregistrées sur les communes de Marchiennes, Wallers, Isques, Montreuil-sur-Mer, Etroeungt et Dourlers, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Les données ont été analysées afin de déterminer les espèces présentes et leurs effectifs sur les sites d'études. Cette analyse a été complétée, quand cela était possible et pertinent, par des données d'observations à la caméra thermique permettant d'appréhender le comportement des chiroptères aux abords de l'infrastructure de transport. Les différents enseignements tirés de ces analyses doivent permettre d'apprécier l'enjeu chiroptère sur ces sites d'études et de définir les actions à mettre en œuvre au regard de l'enjeu.

Mots clés

Trame verte et bleue, infrastructure de transport, route, chiroptère, espèce protégée, continuité écologique, point de conflit, fragmentation.

Sommaire

1. Introduction.....	11
2. Impacts des routes sur les chiroptères.....	12
3. Les sites d'étude.....	13
3.1. Les sites de 2016.....	13
3.2. Utilisation de la carte des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères.....	13
3.3. Présentation des sept sites d'étude.....	15
4. Matériel et méthode.....	21
4.1. Écoutes actives.....	21
4.2. Observations à la caméra thermique.....	24
5. Résultats.....	27
5.1. Rappel des résultats de 2016.....	27
5.2. Résultats 2018.....	34
6. Analyse comparée des résultats.....	46
6.1. Site d'Etroeung.....	46
6.2. Site de Dourlers.....	46
6.3. Site de Wallers.....	46
6.4. Site de Marchiennes.....	46
6.5. Site de Péronne-en-Mélantois.....	47
6.6. Site d'Isques.....	47
6.7. Site de Montreuil-sur-Mer.....	47
7. Conclusion.....	49
Bibliographie.....	50

Annexes.....	53
---------------------	-----------

Annexe 1 : Réglages simplifiés de la caméra thermique Flir b620.....	53
---	-----------

Annexe 2 : Exemple de fiche de terrain.....	54
--	-----------

Index des illustrations

Illustration 1: Dangerosité du trafic (source : Limpens, 2005).....	12
Illustration 2: Carte de chaleur pour la région Hauts-de-France.....	14
Illustration 3: Vue aérienne du site de prospection d'Etroeungt.....	15
Illustration 4: Vue aérienne du site de prospection de Dourlers.....	16
Illustration 5: Vue aérienne du site de prospection de Marchiennes.....	16
Illustration 6: Vue aérienne du site de prospection de Wallers.....	17
Illustration 7: Vue aérienne du site de prospection de Péronne en Mélançois.....	18
Illustration 8: Vue aérienne sur le site de prospection d'Isques.....	18
Illustration 10: Tunnels hydrauliques sous l'A16 à Isques.....	19
Illustration 9: La liane qui s'écoule sous l'A16 à Isques.....	19
Illustration 11: Ouvrage d'art supportant l'A16 au-dessus de la Liane à Isques.....	19
Illustration 12: Vue aérienne du site de prospection de Montreuil-sur-Mer.....	20
Illustration 13: Écoutes actives sur le terrain au moyen d'une tablette et d'un micro.....	23
Illustration 14: Capture d'écran de l'application Batrecorder.....	23
Illustration 15: Capture d'écran du logiciel Soundchaser.....	23
Illustration 16: Mise en place du micro de l'enregistreur en hauteur.....	25
Illustration 17: Vérification de la configuration et réglage du SM4 par l'observateur.....	25
Illustration 18: Observateur utilisant la caméra thermique.....	25
Illustration 19: Chauve-souris passant dans le champ de la caméra.....	25
Illustration 20: Enregistreur-détecteur SM4 (source : Wildcare).....	26
Illustration 21: Batrecorder (source : Batrecorder).....	26
Illustration 22: Caméra Flir B620 (source: irtech).....	26
Illustration 23: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Etroeungt et espèces contactées.....	27
Illustration 24: Cartographie des points d'écoute sur le site de Dourlers et espèces contactées.....	29
Illustration 25: Cartographie des points d'écoute sur le site de Marchiennes et espèces contactées.....	29
Illustration 26: Cartographie des points d'écoute sur le site de Wallers et espèces contactées.....	30
Illustration 27: Cartographie des points d'écoute sur le site de Péronne et espèces contactées.....	31
Illustration 28: Cartographie des points d'écoute sur le site de Montreuil et espèces contactées.....	32
Illustration 29: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Etroeungt.....	34
Illustration 30: Cartographie des points d'écoute sur le site de Dourlers.....	35
Illustration 31: Cartographie des points d'écoute sur le site de Wallers.....	36
Illustration 32: Cartographie des points d'écoute sur le site de Marchiennes.....	37
Illustration 33: Cartographie des points d'écoute sur le site de Péronne-en-Mélançois.....	39
Illustration 34: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Isques.....	39
Illustration 35: Cartographie des points d'écoute sur le site de Montreuil-sur-Mer.....	41

Index des tableaux

Tableau 1: Distance de détection en mètre et coefficient de détectabilité des chauves-souris françaises (d'après Barataud, 2012).....	21
Tableau 2: Synthèse des résultats de 2016 sur d'Etroeungt en activité pondérée par 20 minutes.....	28
Tableau 3: Synthèse des résultats de 2016 sur de Doullers en activité pondérée par 20 minutes.....	29
Tableau 4: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Marchiennes en activité pondérée par 20 minutes.....	30
Tableau 5: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Wallers en activité pondérée par 20 minutes. .	31
Tableau 6: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Péronne en activité pondérée par 20 minutes	33
Tableau 7: Résultats d'écoute du SM4 à Montreuil-sur-Mer.....	34
Tableau 8: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Montreuil en activité pondérée par 20 minutes	34
Tableau 9: Nombres d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Etroeungt le 26/06/2018.....	35
Tableau 10: Résultat des écoutes actives à Etroeungt le 26/06/2018.....	36
Tableau 11: Résultat des écoutes actives à Doullers le 20/06/2018.....	37
Tableau 12: Résultat des écoutes actives à Wallers le 13/06/2018.....	38
Tableau 13: Résultat des écoutes actives à Marchiennes le 14/06/2018 (partie 1).....	39
Tableau 14: Résultat des écoutes actives à Marchiennes le 14/06/2018 (partie 2).....	40
Tableau 15: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Peronne-en-Mélantois le 25/06/2018 sur le point 5.....	41
Tableau 16: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Peronne-en-Mélantois le 25/06/2018 sur le point 1.....	41
Tableau 17: Résultat des écoutes actives à Péronne-en-Mélantois le 25/06/2018.....	42
Tableau 18: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Isques le 19/07/2018 sur le point 1.....	43
Tableau 19: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Isques le 19/07/2018 sur le point 2.....	43
Tableau 20: Résultat des écoutes actives à Isques le 19/07/2018.....	44
Tableau 21: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Montreuil-sur-Mer le 04/07/2018.....	45
Tableau 22: Résultat des écoutes actives à Montreuil-sur-mer le 04/07/2018.....	45

Liste des sigles et abréviations

Sigle / abréviation	Signification
CMNF	Coordination Mammalogique du Nord de la France
PNR	Parc Naturel Régional
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Écologique
IPA	Indice Ponctuel d'Abondance

1. Introduction

Le réseau d'infrastructures de transport est aujourd'hui très développé sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Il s'étend actuellement sur plus de 13 000 kilomètres (DREAL NPdC, 2013) et s'est construit bien souvent au détriment de l'environnement, notamment en augmentant la fragmentation des habitats et des milieux naturels, en générant des effets de barrière ou encore en favorisant les collisions de la faune avec les véhicules. L'impact direct des infrastructures de transport sur les chauves-souris est mal connu, mais, à titre d'exemple, 15 % de la mortalité des chauves-souris dans le Cher seraient dus aux collisions avec des véhicules, selon une étude d'Arthur et Lemaire (1998).

Afin de mieux connaître les impacts engendrés par ces infrastructures, de plus en plus d'études sont désormais réalisées. Leur but est de mettre en place par la suite des dispositifs afin de préserver les chauves-souris.

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les chiroptères et sur leurs comportements aux abords des infrastructures de transport. Pour le projet auquel est rattachée la présente étude (action « Amélioration de la connaissance des chiroptères aux abords des infrastructures de transport »), une carte des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères a été réalisée. De plus, en 2016, cinq communes avaient fait l'objet d'écoutes de chiroptères en bords de route par le Cerema Nord-Picardie. Ces données ont donc été confrontées afin de vérifier la pertinence du choix des points d'écoute réalisés en 2016, et d'utiliser ces points pour la présente étude, afin d'affiner la connaissance de l'enjeu chiroptère sur ces sites.

L'acquisition de nouvelles données d'écoutes de chiroptère en 2018 a été complétée par la recherche d'une connaissance approfondie du comportement des chiroptères en bord de route lorsque cela était possible et pertinent. Cette approche du comportement des chiroptères en bord de route a été rendue possible suite à la définition et à la mise en œuvre d'un protocole d'étude utilisant une caméra thermique.

Ainsi, les données capitalisées en 2018 ont été confrontées avec celles de 2016, afin de conforter ou de nuancer l'enjeu et les enseignements retenus en 2016.

2. Impacts des routes sur les chiroptères

Pour rappel, l'ensemble des chiroptères présents sur le territoire français est protégé nationalement. Malgré cela, leurs populations ont tendance à diminuer. Les chauves-souris sont en effet des mammifères sur lesquels planent beaucoup de menaces, car très sensibles à la dégradation de leurs habitats, mais aussi aux dérangements, notamment en période hivernale ou de reproduction. Leur vulnérabilité face aux nombreuses menaces qui pèsent sur elle vient en partie de leur stratégie de reproduction. Leur maturité sexuelle est relativement tardive (2 ans et plus) et elles mettent au monde un seul jeune au début de l'été, après deux mois de gestation. La dynamique de population repose donc essentiellement sur la survie des adultes, ce qui induit de faibles capacités de renouvellement des populations.

À ce jour, les menaces d'origines anthropiques sont celles impactant le plus les chiroptères, et, parmi celles-ci, les impacts des infrastructures de transport. Il existe pourtant aujourd'hui très peu de retours concernant des études sur l'impact des infrastructures de transport sur les chauves-souris. Ce manque de connaissances sur les chauves-souris et leurs habitats rend d'autant plus difficile l'étude des menaces qui impactent les populations.

Les trois principaux impacts liés aux infrastructures linéaires de transport sont la destruction des terrains de chasse, la suppression des axes de vol et les collisions. De plus, ces impacts peuvent être plus ou moins forts en fonction de la période de l'année : les périodes les plus sensibles sont les sorties d'hibernation ou de préparation à l'hibernation, car les chauves-souris doivent s'alimenter davantage, ainsi que les périodes de dispersion des jeunes, qui sont peu expérimentés et donc plus vulnérables (Lesinski, 2007).

+ Dangereux	Trafic épars et rapide
	Trafic dense et rapide
	Trafic épars et lent
- Dangereux	Trafic dense et lent

Illustration 1: Dangerosité du trafic (source : Limpens, 2005)

Les caractéristiques des infrastructures ont également une incidence sur le taux de mortalité par collision (Limpens et al., 2005). En effet, il semblerait que la vitesse et la densité du trafic fassent varier le taux de mortalité par collision. Les zones de trafic continu seraient donc plus dissuasives que celles de trafic épars. Le plus dangereux serait un trafic épars et rapide, plutôt qu'un trafic dense et lent (car moins dissuasif).

Il est également important de noter que ces menaces diffèrent également en fonction des espèces. Chaque espèce possède un type de vol différent. Les Rhinolophes et les Oreillards sont probablement les espèces les plus impactées, notamment par les collisions, même si toutes les espèces peuvent potentiellement être affectées. Le sonar de ces espèces, qui est de courte portée, les conduirait à voler très bas et à traverser les routes au niveau du sol (Lemaire et Arthur, 1998). Les Pipistrelles (espèces communes et anthropophiles), les Murins de Daubenton, les Murins à moustaches et les Murins de Natterer sont les autres espèces les plus fréquemment touchées. Les Noctules et les Sérotines ont, quant à elles, un vol plus haut.

L'aménagement des routes peut aussi jouer un rôle sur leur attractivité pour les chauves-souris et donc augmenter les risques. Selon la Highway Agency (1999), une étude allemande tente de montrer que les petites routes bordées de haies sont plus meurtrières que les autoroutes. En effet, les petites routes, végétalisées et peu fréquentées par les automobilistes, sont rendues attractives pour la chasse, alors que le trafic dense des autoroutes éloignerait les chauves-souris à cause du bruit et de la luminosité.

En raison de ces constats, il apparaît donc nécessaire d'étudier les chiroptères aux abords des infrastructures de transport et notamment aux abords des routes, afin de pallier au mieux ces différents impacts.

3. Les sites d'étude

En 2016, des sites d'étude avaient été définis pour y réaliser des écoutes. Ces sites devaient être situés sur des secteurs présentant un intérêt du point de vue de la présence des chiroptères et devaient être concernés par une potentielle problématique de collision liée à la présence d'une infrastructure de transport. Le choix des sites d'étude en 2018 a été orienté selon des réflexions similaires. Dans un souci d'optimiser les enseignements de l'étude et de faciliter la connaissance du terrain, il a été décidé de reprendre les sites déjà étudiés en 2016 (notamment pour avoir des données complémentaires à celles acquises en 2018), dans la mesure où ces sites répondent toujours aux critères de l'étude : la présence de chiroptères sur la zone et des infrastructures de transport routières intersectant la zone.

3.1. Les sites de 2016

En 2016, le Cerema Nord-Picardie avait déjà réalisé une étude sur les chiroptères aux abords des routes, proposant en particulier de déterminer des secteurs à enjeux potentiels dans le Nord par la cartographie des habitats favorables aux chiroptères (travail de cartographie qui fut un prélude pour bâtir la méthodologie et les cartes des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères). Elle a été réalisée à l'échelle du département du Nord et sur une sélection de routes potentiellement accidentogènes. L'étude était fondée sur la mesure de l'activité acoustique des chiroptères aux abords des tronçons et au niveau des points noirs routiers identifiés, soit 5 sites.

Les sites identifiés en 2016 correspondaient aux communes de :

- Etroeungt traversée par la RN2,
- Dourlers traversée par la RN2,
- Wallers traversée par la RD40,
- Marchiennes coupée par la RD957,
- Péronne-en-Mélantois traversée par l'A23.

3.2. Utilisation de la carte des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères

3.2.1. Validation des sites choisis en 2016

Une fois les cartes des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères réalisées, nous avons positionné les sites de 2016 sur la carte générale des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères pour vérifier la pertinence du choix de ces sites. Ces sites, identifiés en 2016 suivant une approche similaire à celle de la réalisation de la carte des potentialités de densités d'habitats favorables aux chiroptères (illustration 2 ci-après), s'avèrent pertinents. Seul le site de Péronne-en-Mélantois ne se situe pas dans le secteur cartographique revêtant le plus grand enjeu. Néanmoins, localement, il représente un réel intérêt, d'où son maintien dans l'étude. L'ensemble des sites de cette étude a donc été validé.

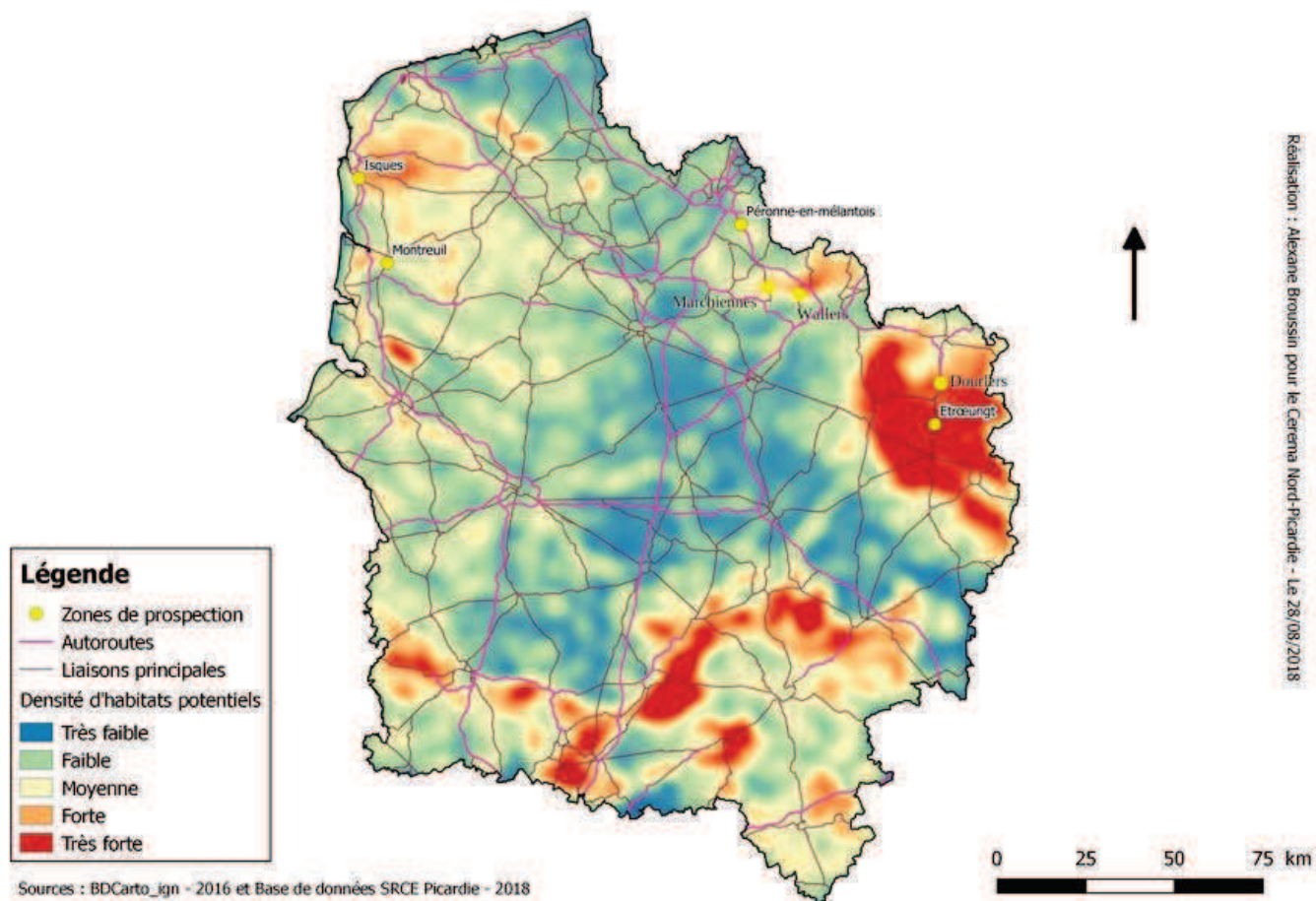


Illustration 2: Carte de chaleur pour la région Hauts-de-France

3.2.2. Les sites complémentaires d'Isques et de Montreuil-sur-Mer

Les sites identifiés en 2016 étaient tous situés dans le département du Nord. Deux sites ont donc été ajoutés en complément de la liste initiale, tous deux situés dans le Pas-de-Calais : Montreuil-sur-Mer et Isques.

Le site de Montreuil-sur-Mer est situé en zone à forte densité d'habitats potentiels sur la carte et est traversé par la RD901. Situé à proximité d'une colonie de grands Rhinolophes, ce site est par ailleurs connu de la Coordination Mammalogique du Nord de la France (CMNF), partenaire de cette étude. Le site d'Isques, en bord de Liane est situé en zone de forte densité d'habitats potentiels sur la carte et est traversé pour sa part par l'autoroute A16. Ce site était déjà connu du Cerema, notamment pour ses caractéristiques qui laissaient supposer une présence de chiroptères.

3.3. Présentation des sept sites d'étude

3.3.1. Le site d'étude d'Etroeungt



Illustration 3: Vue aérienne du site de prospection d'Etroeungt

Le site sur la commune d'Etroeungt est traversé par une portion de la RN2, qui est empruntée par plus de 7000 véhicules par jour sur cette portion (DREAL NPdC, 2013). La vitesse était limitée à 90 km/h en 2016, 80 km/h depuis le 01/07/2018. Le secteur de prospection se situe au niveau de l'ouvrage portant la RN2 et passant au-dessus de l'Helpe mineure. La particularité de ce site est d'être dans le périmètre d'une ZNIEFF2 (Plateau d'Anor et Vallée de l'Helpe Mineure en amont d'Etroeungt) et situé sur un corridor écologique de zone humide identifié par le Schéma Régional de Cohérence Écologique du Nord Pas-de-Calais (SRCE NPdC) (Région NPdC, 2004).

3.3.1. Le site d'étude de Dourlers



Illustration 4: Vue aérienne du site de prospection de Dourlers

Le site sur la commune de Dourlers est traversé par une portion de la RN2, qui est empruntée par plus de 10 000 véhicules par jour (12 818 sur Dourlers, dont 1654 poids lourds) (DREAL NPdC, 2013). Le secteur de prospection se situe au nord de la commune sur la traversée de la haie d'Avesnes. La particularité de ce site est d'être dans le périmètre d'une ZNIEFF 1 (Complexe bocager et couronne boisée de Dourlers, Saint-Aubin et Floursies) et se situe sur un important corridor écologique de zone humide identifié dans le SRCE NpdC (Région NPC, 2004). Le secteur pourrait servir potentiellement de couloir de vol, mais aussi de zone de chasse.

3.3.2. Le site d'étude de Marchiennes



Illustration 5: Vue aérienne du site de prospection de Marchiennes

Le site sur la commune de Marchiennes est traversé par une portion de la RD957, qui est empruntée par environ 5 000 véhicules par jour (DREAL NPdC, 2013). Le secteur de prospection se situe à la sortie de la commune. La particularité de ce site est d'être dans le périmètre du Parc Naturel Régional (PNR) Scarpe Escaut et en particuliers dans une zone importante de boisements humides pouvant constituer de potentiels gîtes ou de potentiels terrains de chasse.

3.3.3. Le site d'étude de Wallers

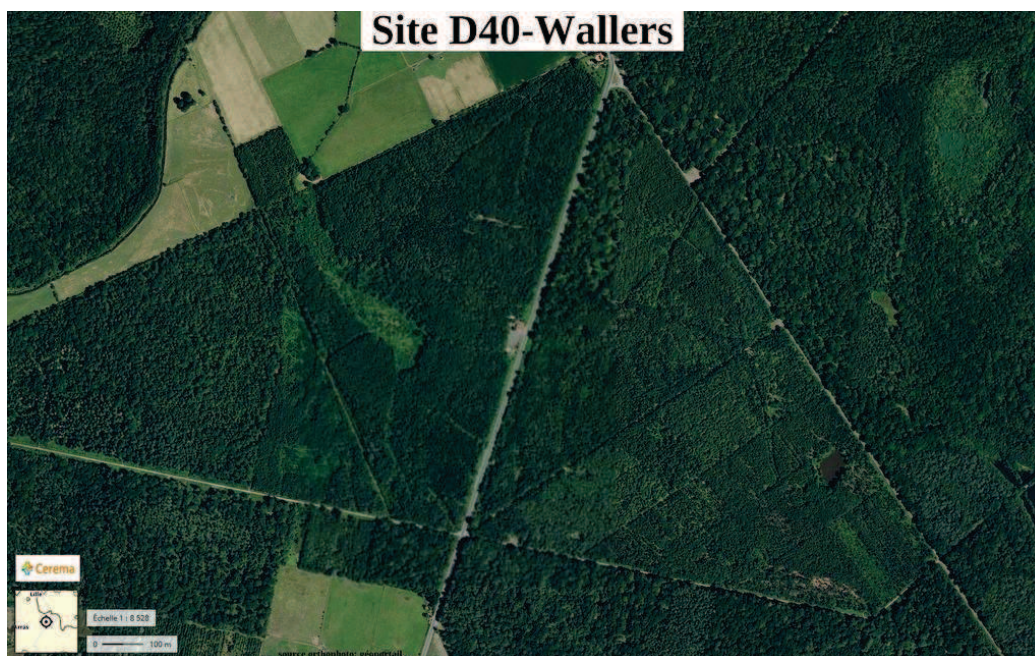


Illustration 6: Vue aérienne du site de prospection de Wallers

Le site sur la commune de Wallers est traversé par une portion de la RD40, qui est empruntée par environ 4 000 véhicules par jour, dont 1000 poids lourds (DREAL NPdC, 2013). La particularité de ce site est d'être dans le périmètre du PNR Scarpe Escaut, dans la forêt domaniale de Raismes. Ce secteur apparaissait comme potentiellement sensible, car il est situé à l'orée d'une zone Natura 2000 (Site 34 -Forêt de Raismes, Saint-Amand, Wallers, Bois de la Lainière et plaine alluviale de la Scarpe), d'une réserve biologique dirigée (RBD mare à Goriaux), d'une zone humide et de plusieurs ZNIEFF 1. La route départementale traverse cette zone écologique riche et favorable à plusieurs espèces de chiroptères, et particulièrement aux espèces inféodées aux milieux forestiers.

3.3.4. Le site d'étude Péronne-en-Mélantois

Le site situé sur la commune de Péronne-en-Mélantois est coupé par l'autoroute A23. Ce site de prospection est situé en lisière de commune, au sein d'un espace naturel sensible du département du Nord (le marais de Bonnance). Il est parcouru par un cours d'eau, la Marque, qui passe sous l'autoroute A23. Ce site présente notamment une mosaïque d'habitats : prairies sèches, boisements, vasières et roselières, et chenaux, tout à fait attractive pour les chiroptères, notamment pour la chasse.

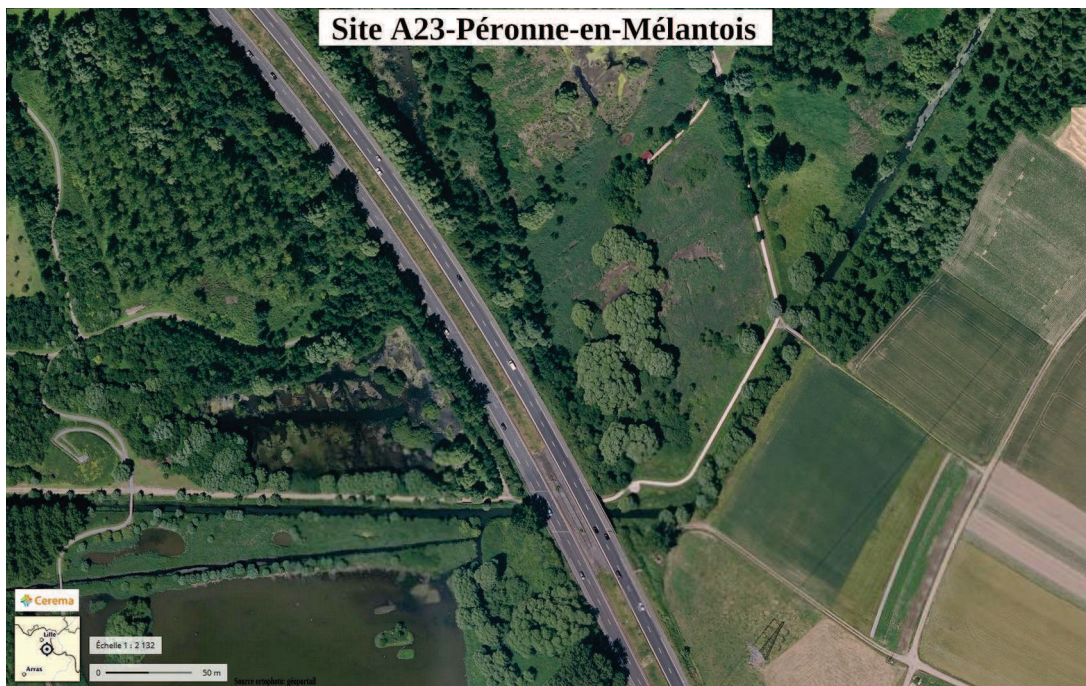


Illustration 7: Vue aérienne du site de prospection de Péronne en Mélantois

3.3.5. Le site d'étude d'Isques



Illustration 8: Vue aérienne sur le site de prospection d'Isques

Le site de prospection de la commune d'Isques est traversé par l'autoroute A16. Il se situe au niveau de l'ouvrage d'art faisant passer l'autoroute A16 au-dessus du cours d'eau de la Liane. Ce site s'inscrit dans un milieu bocager au sein du PNR Caps et Marais d'Opale, et au sein d'une continuité écologique identifiée dans le SRCE NPdC. Cette zone peut potentiellement servir de gîte via les ouvrages hydrauliques passant sous l'autoroute A16, et plus probablement, constituer un terrain de chasse intéressant pour les chiroptères.



Illustration 10: La liane qui s'écoule sous l'A16 à Isques



Illustration 9: Tunnels hydrauliques sous l'A16 à Isques



Illustration 11: Ouvrage d'art supportant l'A16 au-dessus de la Liane à Isques

3.3.6. Le site d'étude de Montreuil-sur-Mer

Le site de prospection situé sur la commune de Montreuil-sur-Mer est traversé par la RD901. On y relève 5 000 véhicules en moyenne par jour (DREAL NPdC, 2013), la vitesse y est limitée entre 70 km/h et 90 km/h (80 km/h à partir du 01/07/2018).

Ce site se trouve au niveau de boisements humides entourés d'anciennes carrières mises en eau et d'un cours d'eau. Par ailleurs la RD 901 coupe deux ZNIEFF : la ZNIEFF de la Calotterie et la ZNIEFF d'Enquin-sous-

Baillon, rompant cette continuité écologique et fragmentant ce potentiel terrain de chasse pour les chiroptères.



Illustration 12: Vue aérienne du site de prospection de Montreuil-sur-Mer

4. Matériel et méthode

Pour mettre en évidence les espèces contactées et leur abondance, l'expérience montre qu'il est intéressant d'avoir recours aux écoutes. Les écoutes de chiroptères peuvent être passives (un enregistreur est laissé sur place durant un nombre de nuits donné sur chaque point d'écoute de chaque site) ou actives (un utilisateur se déplace de point en point avec son enregistreur durant des périodes de temps données). Pour ce qui est de mettre en évidence le comportement, la rythmique des séquences peut donner une première indication sur le comportement des chiroptères, et la trajectographie ou l'utilisation d'une caméra thermique peut apporter des informations complémentaires, notamment sur le franchissement de la route.

4.1. Écoutes actives

4.1.1. Où ?

Milieu ouvert à semi-ouvert			
Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient détectabilité
Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros/ferrumequinum</i>	5	5.00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2.50
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2.50
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2.50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2.50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1.67
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1.67
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1.67
Moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1.67
	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1.25
	<i>Myotis myotis</i>	20	1.25
	<i>Plecotus spp.</i>	20	1.25
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1
	<i>Pipistrellus khulii</i>	25	1
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1
Forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0.83
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0.63
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0.63
Très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0.50
	<i>Eptesicus isabellus</i>	50	0.50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0.50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0.31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0.25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0.17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0.17

Tableau 1: Distance de détection en mètre et coefficient de détectabilité des chauves-souris françaises (d'après Barataud, 2012)

Sur chaque secteur identifié, quatre à six points d'écoute (selon la configuration du site) ont été définis. Ces points correspondent à des endroits qui semblent propices ou attractifs pour la traversée de l'infrastructure routière par les chiroptères (points noirs potentiels), constituant des zones de transits ou de chasse favorables aux chiroptères. Pour éviter la redondance des contacts, les points d'écoute sont éloignés, si possible, les uns des autres d'au moins 50 mètres, ce qui correspond à la portée maximale moyenne (cf tableau 1) des espèces étudiées (Barataud et Giosa, 2012).

Pour rappel, chaque espèce de chauve-souris est dotée d'un sonar, dont les caractéristiques sont adaptées à un comportement de vol et des habitats préférentiels. Certaines espèces sont donc audibles au détecteur à une centaine de mètres, alors que d'autres ne le sont qu'à moins de 5 mètres (Barataud, 2012). Les indices d'activité bruts ne peuvent donc pas être comparés sans les pondérer par les coefficients de détectabilité mis en place par Michel Barataud (2012) (tableau n°1 précédent).

4.1.2. Comment ?

La méthodologie choisie, est celle des sessions d'écoute actives (session où les observateurs sont présents sur le site durant un laps de temps court et défini pour réaliser les écoutes). Même si ce type d'écoute nécessite une présence plus importante sur le terrain, il s'agissait de la méthode la plus facile à mettre en œuvre. Au vu du nombre de points d'écoute à réaliser (l'écoute passive nécessitant un grand nombre d'enregistreurs passifs installés simultanément sur le terrain avec un risque plus important de vol ou de dégradation du matériel).

Ces sessions d'écoutes actives ont été réalisées par des binômes d'observateurs, selon la méthode de l'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA), basée sur une écoute statique durant 20 minutes. À chaque point d'écoute, l'observateur effectue la mesure de l'activité. Cette méthode quantitative consiste à relever le nombre de contacts entendus durant une session d'écoute. L'unité de mesure de l'activité est le contact acoustique. Un contact acoustique correspond à l'occurrence de signaux par tranche de cinq secondes. Lorsque plusieurs individus d'une même espèce sont audibles simultanément, on compte autant de contacts que d'individus (Barataud, 2012). Par ailleurs, chaque contact enregistré sur le terrain est analysé a posteriori sur le logiciel BatSound, et attribué à une espèce, ou à défaut, à un groupe d'espèces dans la mesure du possible. L'ouvrage de référence utilisé pour la qualification des contacts était « Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe » de Michel Barataud, publié en 2012. L'identification acoustique des chiroptères reste complexe, aussi, quand l'identification jusqu'à l'espèce ne semblait pas possible, le contact est attribué à un groupe d'espèces.

4.1.3. Matériel

Le matériel utilisé pour les sessions d'écoute active est composé :

- d'une tablette de 8 à 10 pouces (ici une Samsung Galaxy Tab2) équipée d'un logiciel permettant la détection, l'enregistrement et l'analyse des signaux directement sur la tablette. Il permet de visualiser en temps réel les ultrasons sur un sonogramme et de les écouter en hétérodyne¹ ou en expansion de temps². Nous avons utilisé l'application Android Batrecorder, parfois suppléée par le logiciel Soundchaser, qui a les mêmes fonctionnalités.
- D'un micro M500-384 de la marque Pettersson captant les ultrasons, et relié à la tablette via un port USB.
- Du logiciel d'analyse de fichiers sons, Batsound 4.4, installé sur l'ordinateur de bureau pour analyser et procéder aux identifications a posteriori. L'analyse des signaux, en plus de permettre l'identification des espèces, peut permettre dans certains cas de déterminer le type d'activité de l'individu en fonction du rythme des signaux (chasse, transit, cris sociaux).

¹Cette méthode permet de transposer un signal d'une fréquence moyenne donnée à une fréquence supérieure ou inférieure, afin de transposer les signaux dans l'audible.

²L'expansion de temps étire le signal dans le temps. Il devient possible d'entendre des détails du son qui ne seraient pas audibles avec d'autres méthodes.

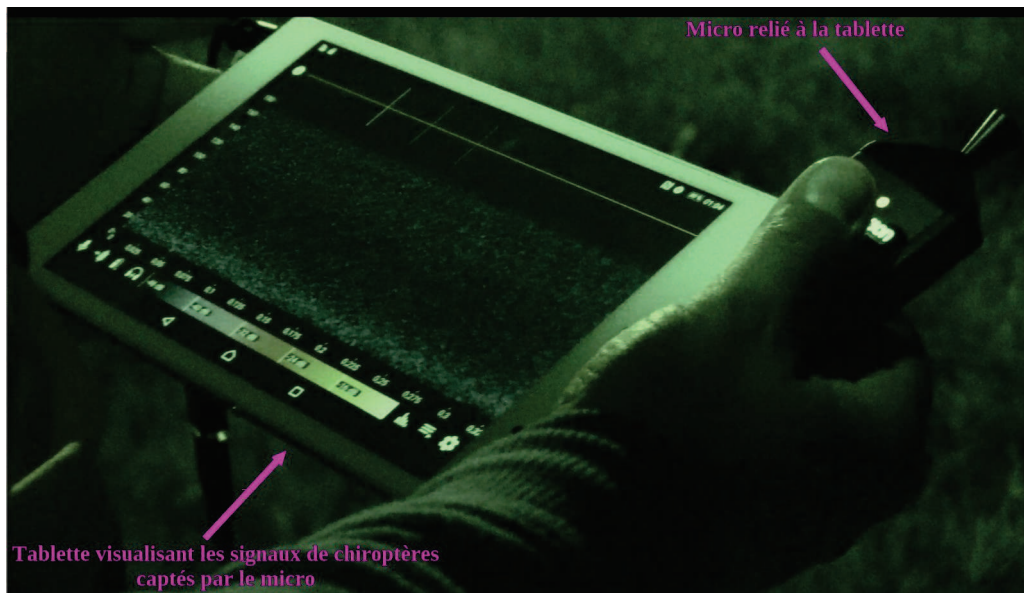


Illustration 13: Écoutes actives sur le terrain au moyen d'une tablette et d'un micro

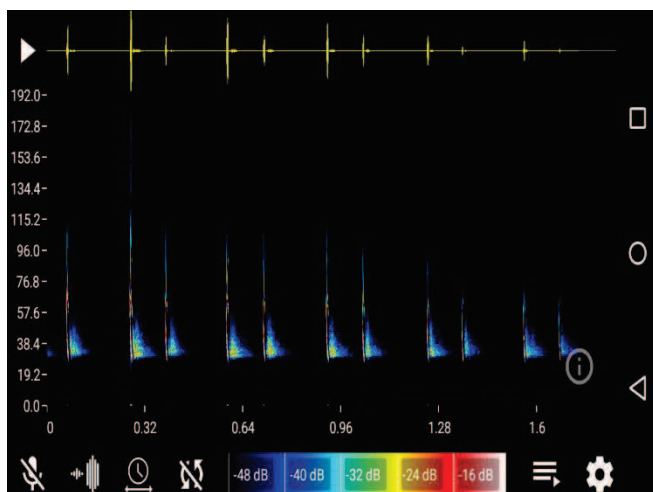


Illustration 14: Capture d'écran de l'application Batrecorder

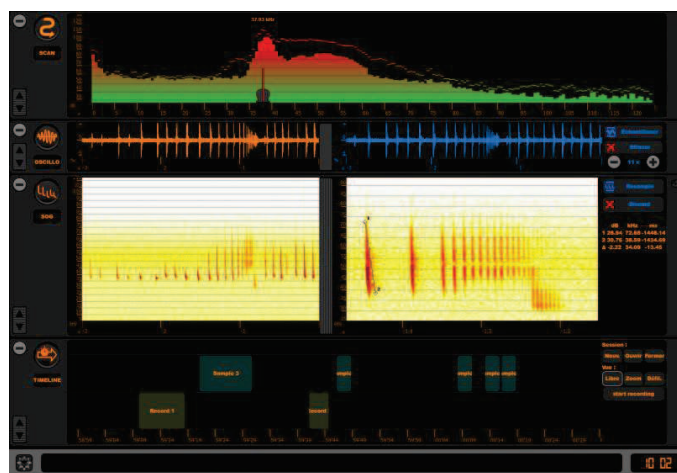


Illustration 15: Capture d'écran du logiciel Soundchaser

4.1.4. Contraintes de mise en œuvres et sites se prêtant à cette écoute

Pour obtenir des résultats optimaux, il était important de respecter autant que faire se peut un certain nombre de règles de base.

- ces écoutes ont toutes eu lieu au moins 30 minutes après le crépuscule (pour ne pas surestimer la proportion des espèces qui sortent plus tôt comme les Pipistrelles et les Sérotines) et dans les 2 à 3 heures qui suivent le coucher du soleil, ce qui correspond au moment le plus propice pour l'activité des chauves-souris (Vigie-chiro, MNHN), les premières heures de la nuit correspondant à la période où l'activité chiroptérologique est la plus forte (Barataud, 1999) ;
- si un point d'écoute a été prospecté à minima deux fois lors de l'étude il l'a été systématiquement à des heures différentes, afin d'augmenter les chances de contacts avec des espèces différentes ;
- les sessions d'écoute ont été réalisées entre les mois d'avril et septembre, afin de respecter la période d'estivage des chauves-souris : déplacement vers les gîtes d'été, mise-bas, allaitement, envol des jeunes et déplacement vers les gîtes d'hiver ;

- les écoutes devaient être réalisées lors de soirées claires avec un vent nul ou faible et l'absence de précipitations, un vent fort pourrait en effet altérer l'activité des chauves-souris. De plus, les relevés ne devaient pas être effectués lorsque la température était inférieure à 12 °C (Vigie-chiro, MNHN).

4.2. Observations à la caméra thermique

4.2.1. Pourquoi ?

Il s'agit de préciser au mieux la manière dont les chiroptères appréhendent les routes, notamment en présence d'ouvrages d'art ou d'abords de routes boisés : passent-ils au ras de la route ou en hauteur ? Passent-ils sous la route ou au-dessus quand ils ont le choix ? Vont-ils traverser ou non la route ? Sachant que les comportements et les habitudes de vol sont différentes pour chaque espèce, il est important de pouvoir identifier l'espèce de l'individu observé. Pour cela parmi les techniques envisageables est limité :

- soit la trajectographie, méthode qui nécessite un assez grand nombre de détecteurs enregistreurs passifs (deux par point d'écoute quand il s'agit de SM2BAT+ qui permettent de faire fonctionner deux micros simultanément en stéréo) ;
- soit un couplage enregistreur passif/caméra thermique.

La deuxième solution, couplage enregistreur passif/caméra thermique, a été choisie du fait que nous disposions d'une caméra thermique.

4.2.2. Comment ?

Le principe est simple, il suffit de synchroniser un enregistreur passif avec une caméra thermique, et de remplir une fiche de terrain préalablement établie à chaque fois qu'une chauve-souris passe dans le cône de détection de la caméra, en notant l'heure et son comportement, de façon à ce qu'une fois la session terminée, on puisse à posteriori retrouver le signal correspondant sur l'enregistreur passif en confrontant l'heure du contact visuel avec celle des enregistrements. On pourra alors identifier l'espèce de la chauve-souris observée avec la caméra thermique.

De façon plus précise, nous avons procédé sur des sessions de 20 minutes, comme pour les écoutes actives avec le déroulé suivant :

- **L'enregistreur passif :**

Il est nécessaire au-préalable de le paramétrer selon la configuration du protocole Vigie-Chiro point fixe du MNHN, cette manipulation permettant dans la phase d'analyse des signaux enregistrés de pouvoir les faire pré-analyser par l'application d'identification Tadarida du MNHN, et d'accélérer ainsi les temps de traitement.

Sur le terrain au moment de l'installation, la hauteur de l'emplacement du micro du détecteur-enregistreur va dépendre de la distance de détectabilité et de la hauteur de vol des chiroptères. La distance de détectabilité pour les espèces des Hauts-de-France varie de 5 mètres pour le Petit rhinolophe, jusqu'à 100 mètres pour la Noctule commune (Barataud, 2012). La hauteur de vol dépend des espèces, certaines volent au ras du sol (dont les rhinolophidés), d'autres dans la canopée et la dernière catégorie vole, quant à elle, au-dessus de la canopée.

Compte tenu de ces éléments (Maillard, 2011), le micro a été placé à une hauteur comprise entre 3 m et 3,5 m du sol. Cette hauteur permet de détecter à la fois les espèces de vol bas et de vol haut, mais aussi celles ayant une faible distance de détectabilité. Le détecteur-enregistreur est placé aux différents points d'écoute avant chaque utilisation de la caméra thermique.



Illustration 17: Mise en place du micro de l'enregistreur en hauteur

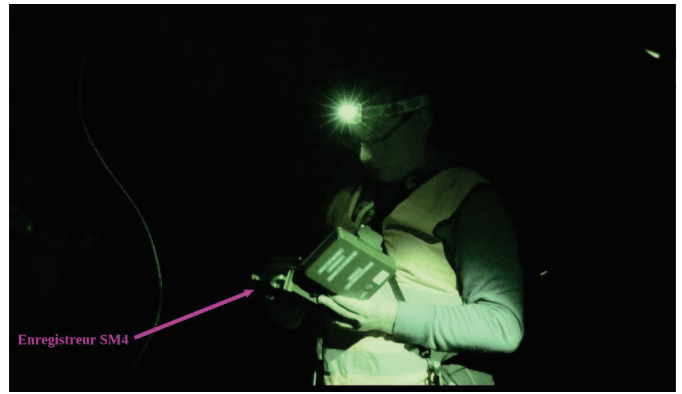


Illustration 16: Vérification de la configuration et réglage du SM4 par l'observateur

- **La caméra thermique :**

Au-préalable il convient de régler la caméra thermique, notamment en y entrant le paramètre de température ambiante et d'humidité. Les réglages sur le terrain sont à actualiser toutes les 30 minutes. Afin d'avoir une vision optimale, la caméra thermique n'est pas placée au même endroit que le détecteur-enregistreur. En effet, une certaine distance est nécessaire afin de visualiser si les passages se font bien en dessous du passage ou si les chauves-souris passent au-dessus ou au niveau de l'infrastructure. La caméra sera donc placée à une distance variant suivant l'objectif associé, lui permettant d'avoir une vue d'ensemble de l'endroit où est situé le micro et de voir les individus que le détecteur-enregistreur contactera. Dans notre cas, cette distance, liée aux caractéristiques de l'objectif caméra utilisé, était d'environ 30 mètres. Vient alors la phase d'observation de 20 minutes durant laquelle on recense chaque chauve-souris rentrant dans le champ de vision de la caméra, chaque observation étant reportée sur une fiche terrain.



Illustration 18: Observateur utilisant la caméra thermique



Illustration 19: Chauve-souris passant dans le champ de la caméra

- **L'analyse :**

L'analyse des contacts enregistrés est ensuite réalisée par le MNHN qui traite les données via l'application Tadarida permettant d'obtenir une pré-identification très rapide des enregistrements. Ces enregistrements traités seront alors comparés avec les contacts notés sur la fiche terrain pour retrouver l'espèce de l'individu observé.

4.2.3. Matériel

Le matériel utilisé pour ces sessions d'observation est composé :

- d'une caméra thermique FLIR B620, qui possède une résolution de 640×480 , et de son trépied pour observer les chauves-souris évoluer la nuit ;

- d'un détecteur-enregistreur SM4BAT avec ses piles, sa carte SD et son micro capable de détecter les ultrasons. Ce SM4BAT a été paramétré dans la configuration du MNHN pour bénéficier de l'application Tadarida. C'est le SM4BAT qui permet d'enregistrer les signaux émis par les individus observés à la caméra pour les identifier.



Illustration 22: Enregistreur-détecteur SM4 (source : Wildcare)



Illustration 21: Batrecorder
(source : Batrecorder)



Illustration 20: Caméra Flir B620
(source: irtech)

4.2.4. Contraintes de mise en œuvre et sites se prêtant à cette observation

Pour obtenir des résultats optimaux, il était important de respecter autant que faire se peut un certain nombre de règles de base semblables à celles décrites pour l'écoute active à savoir :

- Respecter, comme pour l'écoute active, la période propice pour les écoutes de chiroptères, à savoir entre les mois d'avril et septembre, afin de respecter la période d'estivage des chauves-souris : déplacement vers les gîtes d'été, mise bas, allaitement, envol des jeunes et déplacement vers les gîtes d'hiver.
- Respecter le moment le plus propice pour obtenir des résultats, soit au moins 30 minutes après le coucher du soleil et dans les 2 à 3 heures qui suivent, ce qui correspond au moment le plus propice à l'activité des chauves-souris (Vigie-Chiro, MNHN).
- Réaliser les observations dans les meilleures conditions météorologiques possibles : lors de soirées claires avec un vent nul ou faible et en l'absence de précipitations. Un vent fort peut altérer l'activité des chauves-souris.
- Respecter les règles de sécurité en effectuant les sessions par binôme.

5. Résultats

5.1. Rappel des résultats de 2016

En premier lieu nous avons rappelé les données obtenues lors des écoutes de 2016 (Meyer, 2016) sur les points qui ont été repris pour les écoutes 2018. Les résultats apparaissent dans les tableaux en contacts pondérés par vingt minutes, afin de pouvoir comparer les résultats entre eux. Afin de pondérer les résultats, le coefficient de détectabilité de Barataud est appliqué au résultat brut de l'espèce sans ramener le chiffre qui résulte de cette opération (qui revient à un nombre de contacts pondéré par 20 minutes) en nombre de contacts par heure.

5.1.1. Site d'Etroeungt

Sur ce site, 5 points d'écoute ont été réalisés (cf illustration 23) :

- 1 : Helpe mineure, côté Est de la RN2,
- 2 : Helpe mineure, côté Ouest de la RN2,
- 3 : Bras Ouest de l'Helpe mineure,
- 4 : Rue du moulin,
- 5 : Amont Ouest.

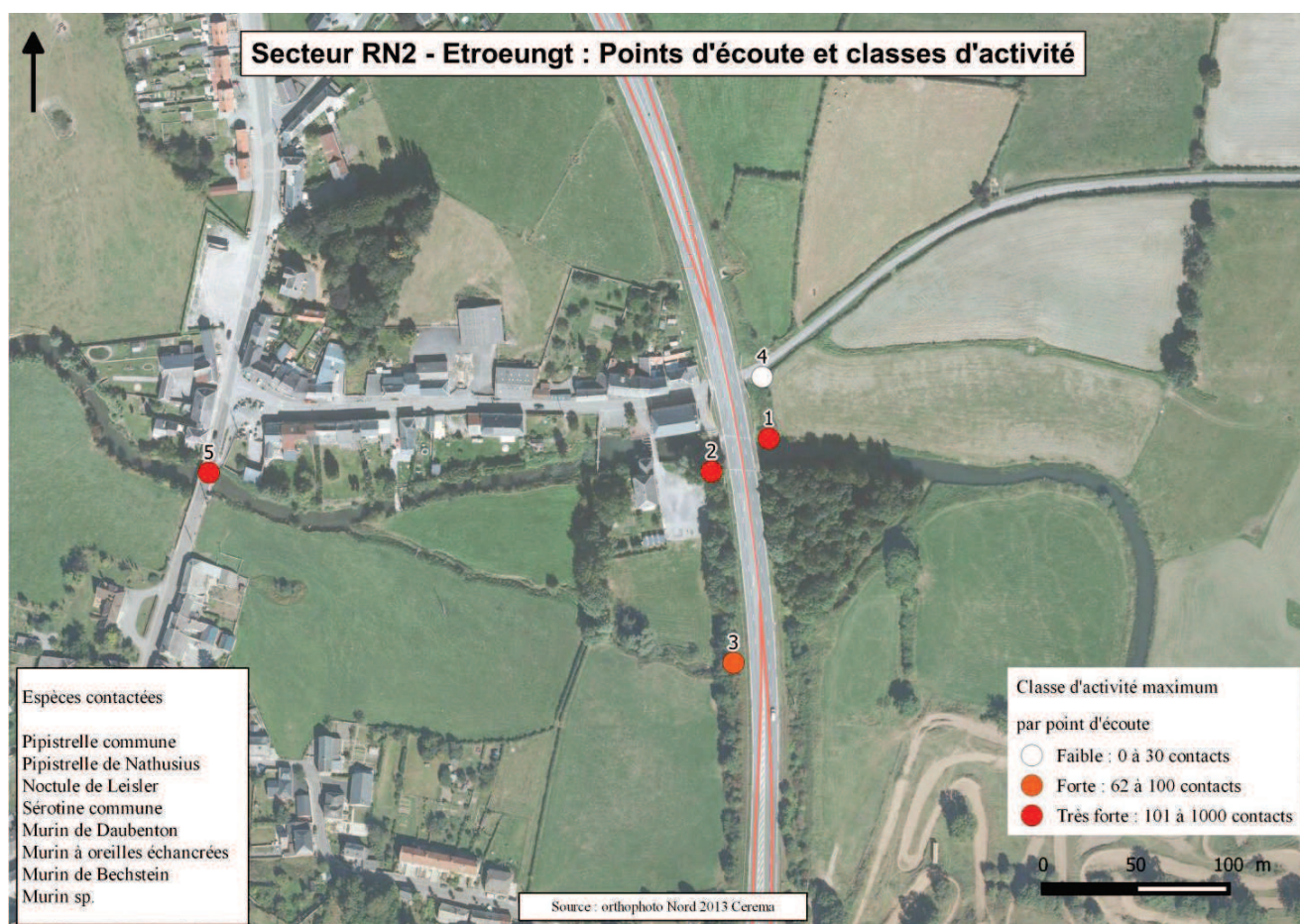


Illustration 23: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Etroeungt et espèces contactées

Tous les points, excepté le 4, ont montré une forte, voire très forte activité chiroptérologique. Plus de 1000 contacts ont été enregistrés au point 5. Les points 1, 2 et 3, situés aux abords de la route, montrent également une grande activité des chauves-souris. Au moins sept espèces chassent ou transitent sur l'Helpe mineure dont 2 sont

considérées en mauvais état de conservation par le Plan Régional d'Actions (Dutilleul, 2013). Il s'agit du Murin à oreilles échancrées et du Murin de Bechstein, contactées au point 5.

RN2 Etroeungt	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total
	08/07/16	06/08/16	08/07/16	06/08/16	08/07/16	06/08/16	08/07/16	06/08/16	08/07/16	06/08/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	41	82	83	115	7	53	6	10	239	192	828
<i>Pipistrellus nathusii</i>	7	2	8	0	8	20	2	1	120	48	216
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0,31
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	1,66	0	0,83	0	0	0	114,54	0	117,03
<i>Myotis daubentonii</i>	18,37	3,34	16,7	10,02	0	1,67	0	0	297,26	0	347,36
<i>Myotis emarginatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25
<i>Myotis bechsteinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Myotis sp.</i>	8,96	2,24	15	0	0	0	0	0	0	5	32,5
Total par soirée d'écoute	75,33	89,89	122,4	125,02	15,63	74,67	8	11	768,2	246,15	1536,29
Total activité pondérée/pt	165,22		247,42		90,3		19		1014,35		1536,29

Tableau 2: Synthèse des résultats de 2016 sur d'Etroeungt en activité pondérée par 20 minutes

5.1.2. Site de Dourlers

Sur ce site, on a défini cinq points d'écoute (cf illustration 24) :

- 1 : Chemin forestier Ouest,
- 2 : Chemin forestier Est,
- 3 : Lisière Sud-Ouest,
- 4 : Lisière Nord-Ouest,
- 5 : Lisière Nord-Est.

La lisière Sud-Est n'a pas pu être prospectée car un signal d'alarme brouillait les enregistrements. Les résultats des sessions d'écoute ont permis d'identifier une forte, voire très forte activité au niveau de la lisière Nord, où six espèces ont été contactées (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Noctule commune, Sérotine commune, Murin de Daubenton et Murin à moustaches). L'activité de chasse au niveau de la lisière Nord permet de détecter une zone de richesse trophique. Par ailleurs, le secteur représente une bonne richesse spécifique, avec huit espèces recensées.

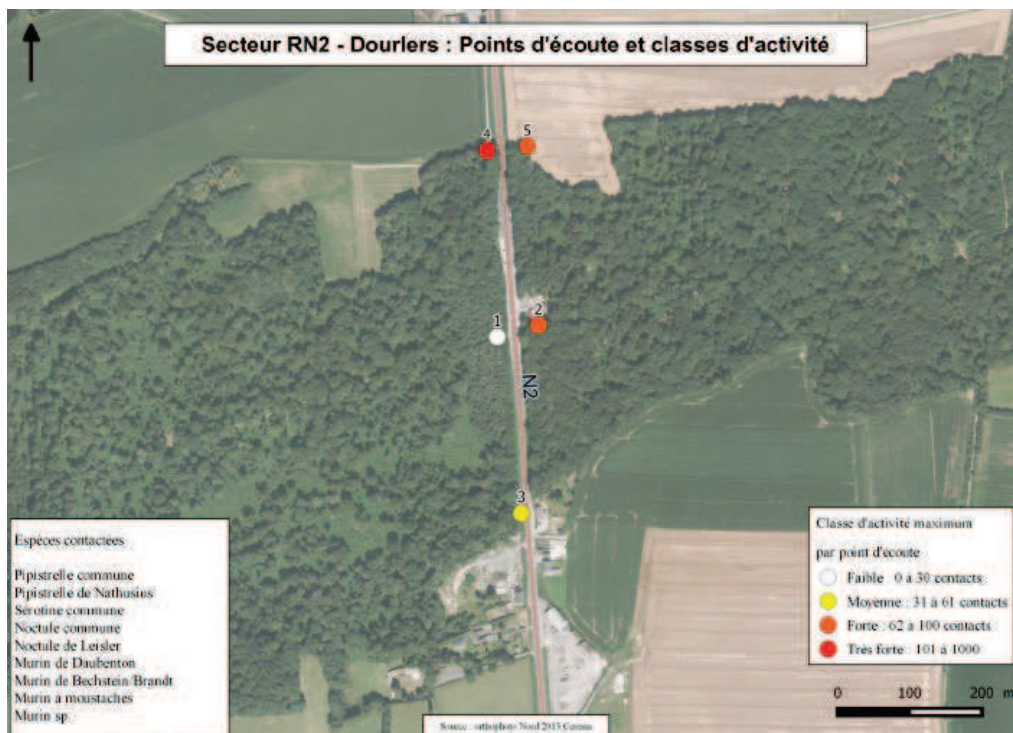


Illustration 24: Cartographie des points d'écoute sur le site de Doullers et espèces contactées

RN2 Doullers	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total
	26/07/16	04/08/16	26/07/16	04/08/16	26/07/16	04/08/16	26/07/16	04/08/16	26/07/16	04/08/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3	3	24	54	17	9	147	26	34	35	352
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0,83	0,83	0,83	0	0,83	0	0,83	4,15
<i>Nyctalus noctula</i>	0,25	3,75	0,25	8,75	0,25	0	0,25	0	0,5	0	14
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0,31	0,31	0,31	0	0	0	0	0,93
<i>Myotis daubentonii</i>	0	0	0	0	1,67	1,67	0	1,67	0	0	5,01
<i>Myotis bechsteinii/brandtii</i>	0	2,5	7,5	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Myotis sp.</i>	2,24	0	4,48	0	0	3	0	0	8,96	0	22,4
<i>Myotis mystacinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5
Total par soirée d'écoute	5,49	8,42	33,74	63,69	19,86	18,33	147,25	28,3	46,46	40,13	411,67
Total activité pondérée/pt	13,91		97,43		38,19		175,55		86,59		411,67

Tableau 3: Synthèse des résultats de 2016 sur de Doullers en activité pondérée par 20 minutes

5.1.3. Site Marchiennes

Six points d'écoute ont été réalisés sur le site de Marchiennes (cf illustration 25) :

- 1 : Lisière Sud-Ouest,
- 2 : Lisière Sud-Est,
- 3 : Milieu Est,
- 4 : Milieu Ouest,
- 5 : Lisière Nord-Ouest,
- 6 : Lisière Nord.

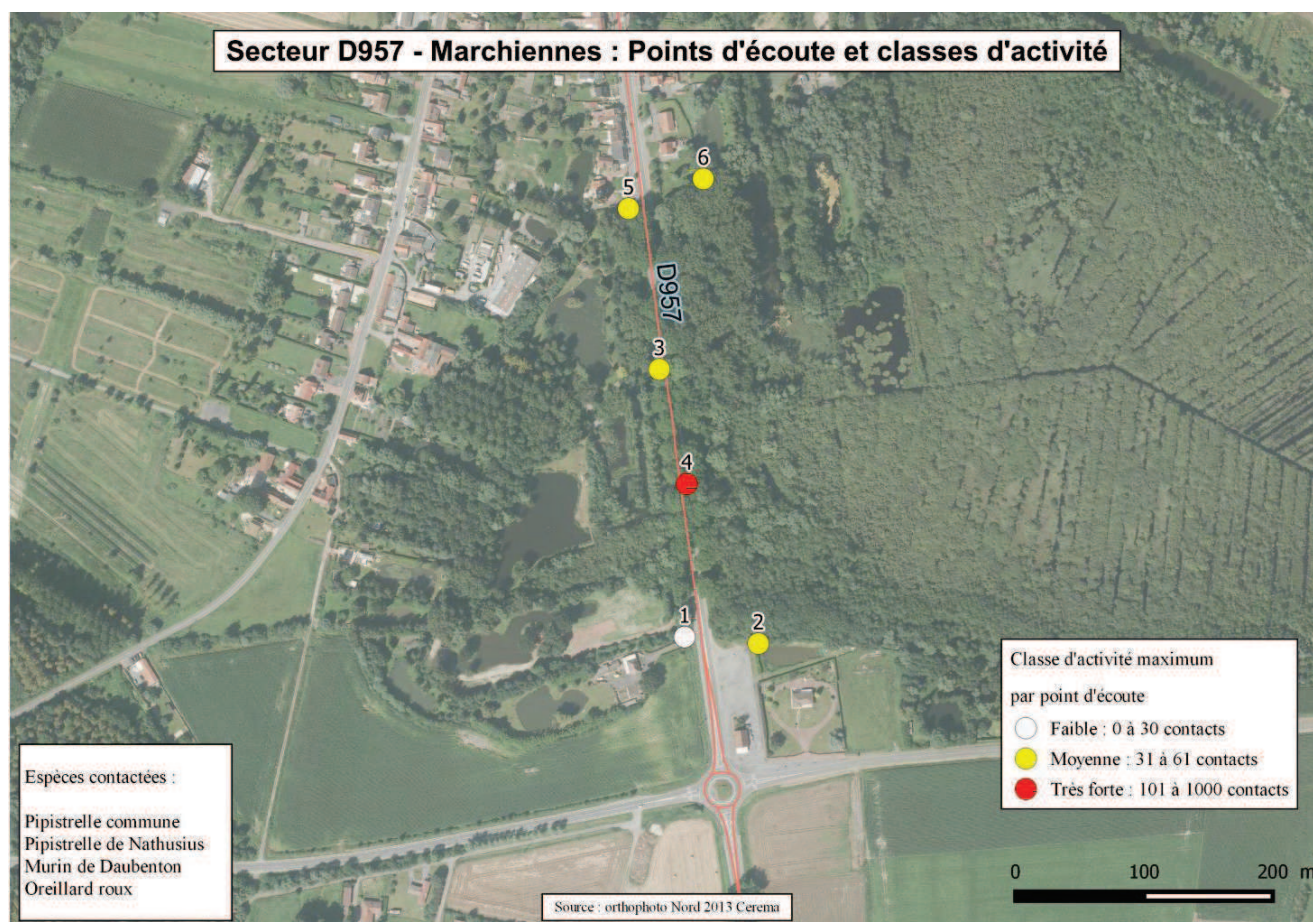


Illustration 25: Cartographie des points d'écoute sur le site de Marchiennes et espèces contactées

Sur ces six points, seul le point 4 présentait une activité très forte lors de la première soirée d'échantillonnage. Les deux principales espèces contactées sur ce point étaient la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) et la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*). De nombreux cris sociaux de pipistrelles communes ont pu être enregistrés sur ce site. Les cris sociaux peuvent être dus à des communications entre mères et jeunes à la sortie du gîte de reproduction (Barataud, 2012). Par ailleurs deux oreillards roux (*Plecotus auritus*) ont été contactés en lisière forestière Nord. Cette espèce est une des plus sensibles aux collisions routières derrière les Rhinolophidés (Setra, 2008).

D957	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Point 6		Total
	06/07/16	09/08/16	06/07/16	09/08/16	06/07/16	09/08/16	06/07/16	09/08/16	06/07/16	09/08/16	06/07/16	09/08/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	15	7	10	30	29	7	85	13	35	14	23	13	281
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0	0	10	8	6	1	155	3	7	0	15	2	207
<i>Plecotus auritus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,25	0	1,25	0	2,5
<i>Myotis daubentonii</i>	0	0	0	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0	1,67
Total par soirée d'écoute	15	7	20	39,67	35	8	240	16	47	14	43	15	499,67
Total activité pondérée/pt	22		59,67		43		256		61		58		499,67

Tableau 4: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Marchiennes en activité pondérée par 20 minutes

5.1.4. Site de Wallers

Sur le site de Wallers 5 points d'écoute ont été réalisés (cf illustration 26) :

- 1 : Lisière forestière Sud-Ouest,
- 2 : Lisière forestière Sud-Est,
- 3 : Chemin forestier Ouest,
- 4 : Chemin forestier Est,
- 5 : Lisière Nord.

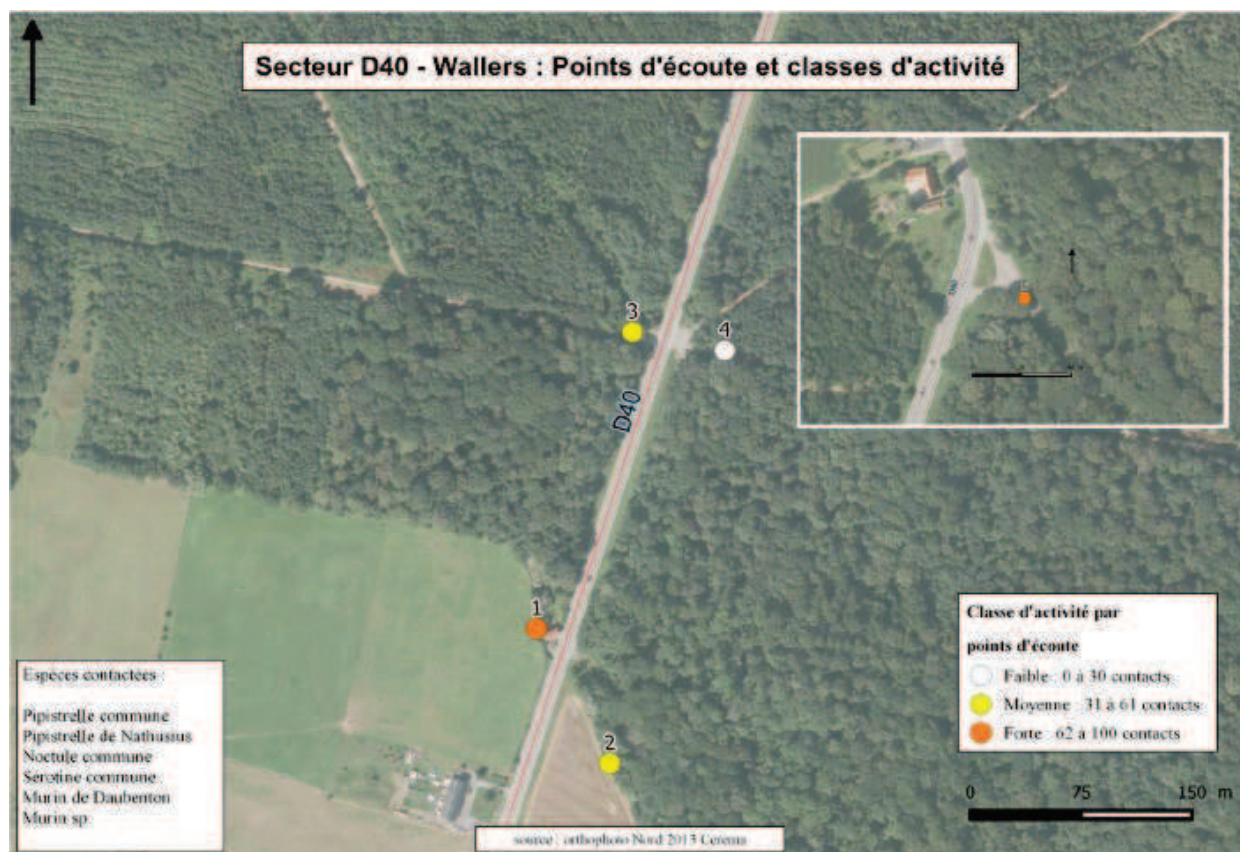


Illustration 26: Cartographie des points d'écoute sur le site de Wallers et espèces contactées

D40	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total
	29/06/16	01/08/16	29/06/16	01/08/16	29/06/16	01/08/16	29/06/16	01/08/16	01/08/16	01/08/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	11	49	10	13	7	13	0	12	9	26	150
<i>Pipistrellus nathusii</i>	17	0	5	2	2	12	0	5	12	18	73
<i>Nyctalus noctula</i>	0,25	0	2,5	0,5	0	0,75	0	0,75	0,75	0,25	5,75
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	1,66	0	0	0,83	0	0	0	1,66	0,415
<i>Myotis sp.</i>	0	0,24	0,24	0	0	0,24	0	0	0	0	0,72
<i>Myotis daubentonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,34	3,34
Total par soirée d'écoute	28,25	51,24	21	15,5	9	28,62	0	17,75	21,75	48,85	241,96
Total activité pondérée/pt	79,49		36,5		37,62		17,75		70,6		241,96

Tableau 5: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Wallers en activité pondérée par 20 minutes

Les deux points situés en lisière forestière (points 1 et 5) montrent une forte activité. Cependant, la forte activité enregistrée au point 1 est due à la présence d'un lampadaire faisant office de garde-manger à chauve-souris. Au point 5, la vitesse des véhicules est réduite grâce au virage et le point d'écoute est un peu en retrait de la

route, ce qui peut en partie peut-être justifier les chiffres relevés. Dans les chemins forestiers, la majorité des contacts correspond à des noctules communes et des sérotines communes, espèces de haut vol, et donc peu impactées par les collisions routières (Arthur et Lemaire, 2015). Ce secteur apparaît donc comme un site à l'enjeu modéré car ne présentant pas de problématique particulière.

5.1.5. Site de Péronne-en-Mélantois

Sur le site de Péronne-en-Mélantois, 5 points d'écoute ont été réalisés (cf illustration 27) :

- 1 : Pont contrebas A23 côté Est,
- 2 : Observatoire à oiseaux,
- 3 : Pont au-dessus de la Marque au Nord-Est,
- 4 : Contrebas A23 côté est,
- 5 : Pont contrebas A23 côté Ouest.

La Pipistrelle commune a été l'espèce majoritairement contactée (67 % des contacts enregistrés), vient ensuite le Murin de Daubenton qui totalise 14 % des contacts. Il est intéressant de noter que le Murin à oreilles échancrées a été contacté chassant au point 4 soit d'un côté de l'autoroute mais pas de l'autre. Ce site semble avoir une vocation de terrain de chasse pour les chiroptères.

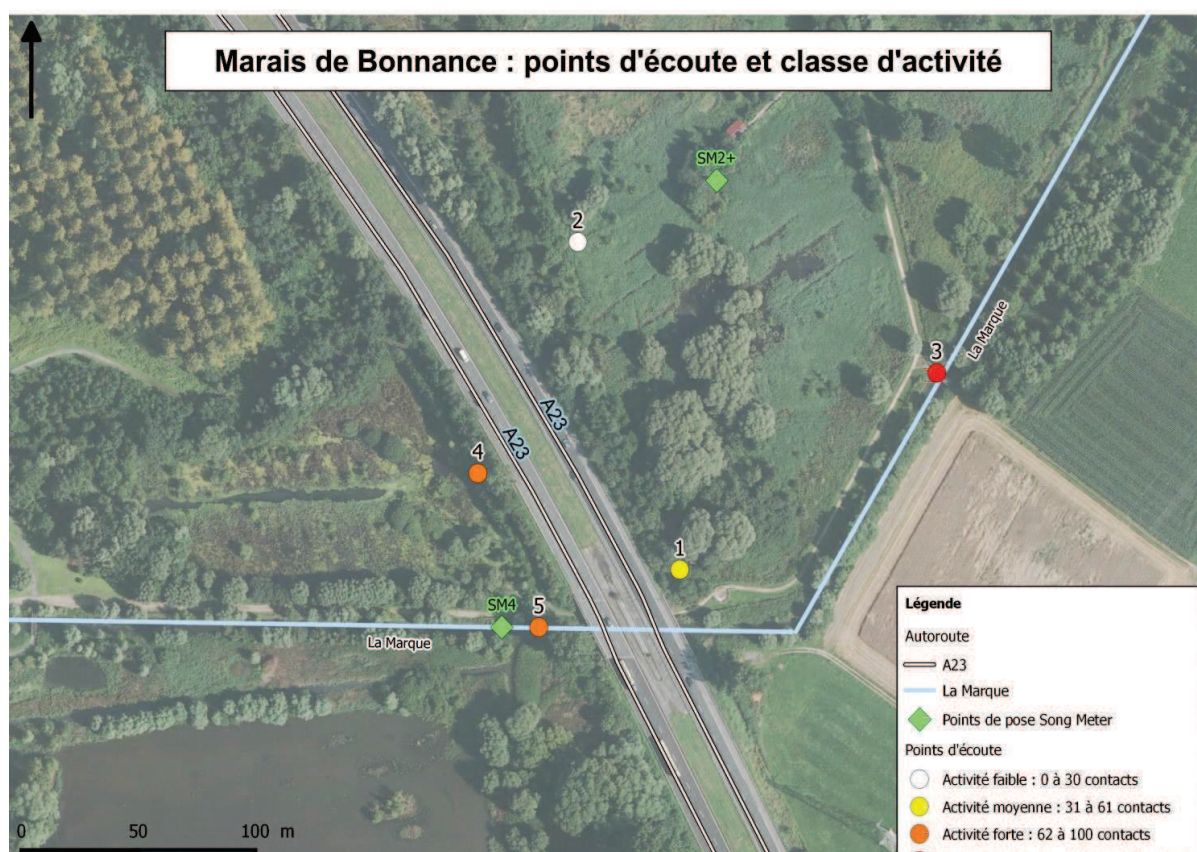


Illustration 27: Cartographie des points d'écoute sur le site de Péronne et espèces contactées

Templeuve	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total
	18/07/16	03/08/16	18/07/16	03/08/16	18/07/16	03/08/16	18/07/16	09/08/16	18/07/16	09/08/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13	25	12	4	22	70	6	43	19	34	248
<i>Pipistrellus nathusii</i>	4	0	2	0	5	10	1	1	3	0	26
<i>Myotis daubentonii</i>	6,68	0	0	0	11,69	0	16,7	5,01	11,69	0	51,77
<i>Myotis emarginatus</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	2,5
<i>Myotis nattereri</i>	0	0	0	0	0	0	15,03	0	0	0	15,03
<i>Myotis mystacinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
<i>Myotis brandtii</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	2,5
<i>Myotis bechsteinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,34	3,34
Total	23,68	25	14	4	38,69	80	55	56,51	33,69	37,34	367,91
Total Activité pondérée	48,68		18		118,69		111,51		71,03		367,91

Tableau 6: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Péronne en activité pondérée par 20 minutes

5.1.6. Site de Montreuil-sur-Mer

Sur ce site, nous avons réalisé 4 points d'écoute active et un point d'écoute passive via un enregistreur SM4. Pour les quatre points d'écoute active, ils sont tous en lisière boisée le long de la RD901, le point 1 se distinguant des autres par le fait qu'il se situe au droit d'un ruisseau qui passe sous la route. Le point SM4, quant à lui, est situé le long de la RD126, perpendiculaire à la RD901.

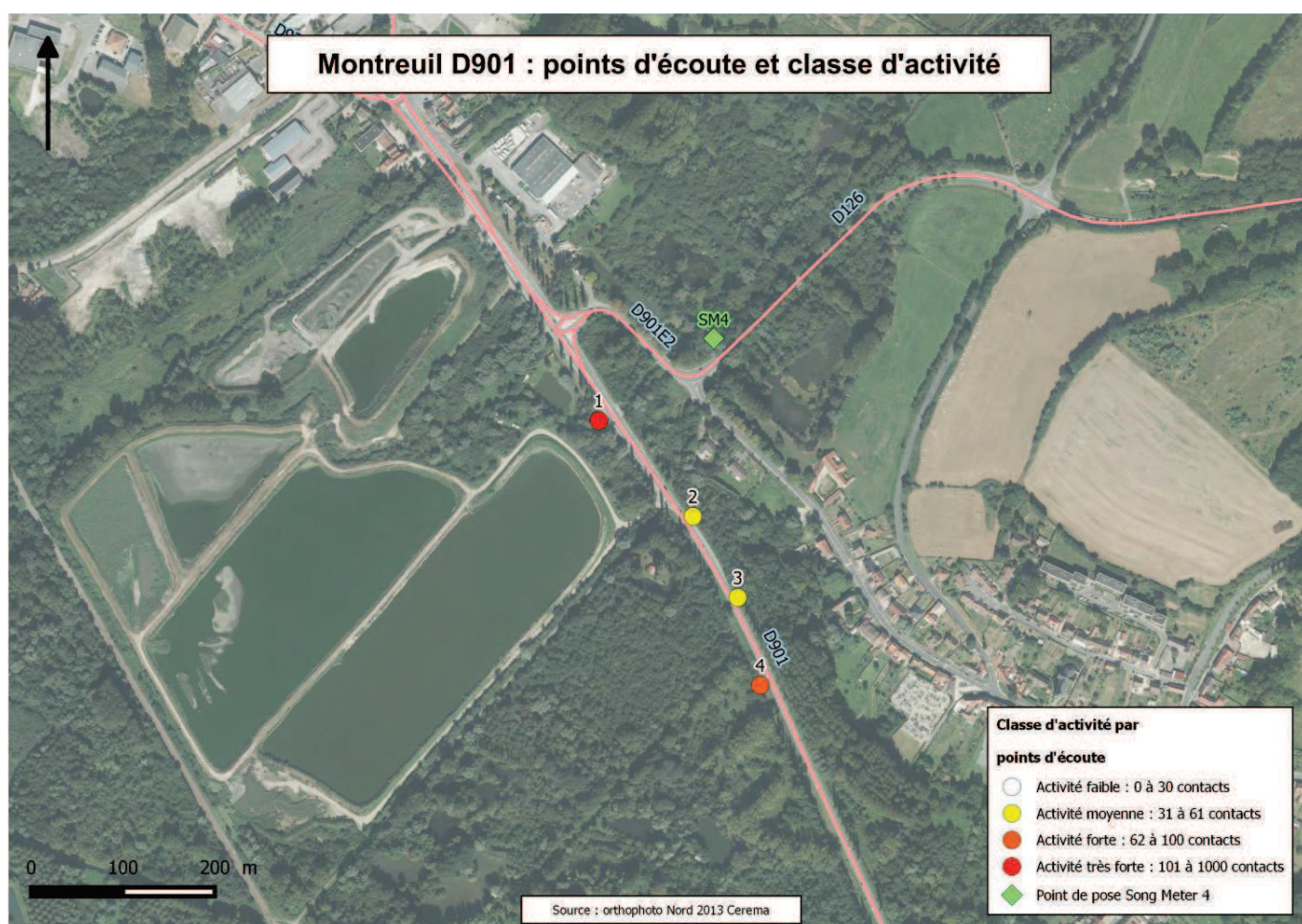


Illustration 28: Cartographie des points d'écoute sur le site de Montreuil et espèces contactées

Les résultats de la nuit d'enregistrement du SM4 sont indiqués dans le tableau 7. Un signal de grand rhinolophe a été enregistré, sinon la majorité des contacts sont des signaux de pipistrelles communes.

Espèces	Nb de contacts bruts	Nb de contacts pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	209	209
<i>Myotis mystacinus</i>	20	50
<i>Myotis daubentonii</i>	14	35
<i>Eptesicus serotinus</i>	5	4,15
<i>Nyctalus noctula</i>	3	0,75
<i>Nyctalus leisleri</i>	1	0,31
<i>Myotis nattereri</i>	1	3,13
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	1
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	1	2,5

Tableau 7: Résultats d'écoute du SM4 à Montreuil-sur-Mer

Lors des écoutes actives, aucun Grand Rhinolophe n'a été contacté. Mais les enregistrements ont permis de mettre en évidence une forte activité chiroptérologique au niveau des points 1 et 4. Au moins 7 espèces, majoritairement en chasse ont été contactées sur l'ensemble des points d'écoute situés au bord de la route départementale. Les cris sociaux concernent uniquement les noctules communes contactées au point 4. Il faut savoir que les noctules communes émettent ce type de signaux à proximité de leur gîte de parturition (Barataud, 2012).

Montreuil	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Total
	19/07/16	20/07/16	19/07/16	20/07/16	19/07/16	20/07/16	19/07/16	20/07/16	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	12	43	19	12	6	10	12	30	144
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	9	5	4	1	3	6	8	37
<i>Eptesicus serotinus</i>	1	0	1	0	2	0	0	0	4
<i>Nyctalus noctula</i>	0,75	2,75	0,75	7,75	6,5	8,5	9	10,5	46,5
<i>Myotis daubentonii</i>	81,83	56,78	5,01	5,01	0	5,01	5,01	13,36	172,01
<i>Myotis mystacinus</i>	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	5
<i>Myotis sp.</i>	2,24	2,24	0	0	0	0	2,24	0	6,72
<i>Plecotus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	3,75	0	3,75
Total par soirée d'écoute	101,15	116,27	30,59	28,76	15,16	26,51	38	61,86	418,3
Total Activité pondérée	217,42		59,35		41,67		99,86		418,3

Tableau 8: Synthèse des résultats de 2016 sur le site de Montreuil en activité pondérée par 20 minutes

5.2. Résultats 2018

Dans la suite de ce rapport, on remarquera que, pour les points auxquels a été réalisé un couplage SM4/caméra thermique, les résultats bruts (SM4) ne seront pas comparés aux autres points du site, en raison de la durée d'écoute qui n'est pas comparable aux autres points.

5.2.1. Site d'Etroeungt

Sur le site d'Etroeungt, nous avons gardé la même configuration qu'en 2016. La seule modification est l'utilisation de la caméra thermique pour le point 5, afin de voir si les chiroptères passaient au-dessus ou au-dessous de la RN2.

La végétation dense ne permettait aucune visibilité. Nous n'avons donc pas pu utiliser ce procédé sur le point 2.



Illustration 29: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Etroeungt

La session d'écoute s'est déroulée le 26 juin 2018, entre 22h50 et 01h10, les températures étaient comprises entre 18 °C en début de session et 15 °C en fin de session. Le point à la caméra thermique a été réalisé entre 00h40 et 01h00 par une température de 16 °C.

Les observations réalisées à la caméra thermique confrontées aux données enregistrées par l'enregistreur SM4 permettent de donner le tableau 9.

Espèces	Passages en dessous	Passage au dessus	Passage le long	Total
	Point 1	Point 1	Point 1	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	19	0	0	19
<i>Myotis daubentonii</i>	0	0	1	1
Total	19	0	1	20

Tableau 9: Nombres d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Etroeungt le 26/06/2018

En fait, 172 contacts ont été enregistrés par le détecteur-enregistreur SM4, sur la durée totale de 20 minutes de la session. Or le tableau montre que l'observation à la caméra thermique n'a permis de visualiser qu'un total de 20 contacts, ce qui implique que 152 contacts n'ont pas été vus ! Sur les 20 contacts observés et identifiés, 95 % des individus ont été observés lors d'un passage sous l'ouvrage et un seul individu a longé l'ouvrage, un

murin de Daubenton.

Pour les points d'écoute active (avec tablette), les résultats obtenus ont été reportés dans le tableau 10. Le résultat brut correspond au nombre de signaux effectifs contactés et le résultat pondéré correspond au résultat brut auquel on applique le coefficient de détectabilité (chaque espèce n'étant pas détectée à la même distance, cf. tableau 1).

Espèces	Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total	
	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	19	19	23	23	19	19	26	26	87	87
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	1	5	5	1	1	1	1	8	8
<i>Nyctalus noctula</i>	0	0	1	0,25	0	0	0	0	1	0,25
<i>Eptesicus serotinus</i>	1	0,63	1	0,63	0	0	0	0	2	1,26
<i>Pipistrelle sp</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>Myotis sp</i>	28	54,6	1	1,95	0	0	0	0	29	56,55
<i>sp</i>	5		4		0	0	1		10	0
Total	54	75,23	35	30,83	21	21	28	27	138	154,06

Tableau 10: Résultat des écoutes actives à Etroeungt le 26/06/2018

On a sur ce site au moins six espèces. Les signaux de murins étant complexes à identifier pour les signaux enregistrés en écoute active, l'identification à l'espèce n'a pas été possible. Le point 3 présente la plus grande diversité du site, avec au moins 5 espèces, et le point 2 la plus grande activité. Pour le point 2, cela peut pour partie s'expliquer par la proximité du cours d'eau, directement concomitant au point d'écoute. Sur ce site on est davantage sur une activité de chasse, notamment au niveau de l'Helpe mineure.

5.2.2. Site de Dourlers

Sur le site de Dourlers, nous avons gardé exactement la même configuration qu'en 2016 (illustration 30).

Il n'était pas envisageable, du point de vue sécurité notamment, de réaliser un point caméra sur ce site, bien que cela aurait été pertinent pour observer le franchissement de la route par les chiroptères.

La session d'écoute s'est déroulée le 20 juin 2018, entre 22h55 et 00h30, les températures étaient comprises entre 18 °C en début de session et 16 °C en fin de session, le vent était nul et le ciel sans nuage. Les résultats obtenus pour les différents points d'écoute ont été reportés dans le tableau 11. Le résultat brut correspond au nombre de signaux effectifs contactés et le résultat pondéré correspond au résultat brut auquel on applique le coefficient de détectabilité (chaque espèce n'étant pas détectée à la même distance, cf. tableau 1).

Les résultats montrent des effectifs peu élevés sur ce site. Il y a sûrement une influence de l'heure pour les points 4 et 5, l'écoute ayant commencé 15 minutes en avance, ce qui a une incidence sur les chauves-souris en vol, notamment au détriment de celles qui sortent de gîte plus tardivement. Les lisières nord et sud semblent plus attractives que le cœur de la Haie d'Avesnes, au vu du nombre d'individus contactés. Au niveau de la richesse spécifique, le site présente au moins 8 espèces, montrant un certain enjeu sur ce site, probablement lié à la haie d'Avesnes et aux habitats qui l'entourent. Le point 3, au cœur de la haie d'Avesnes, se distingue notamment par la présence de six espèces, dont la plus présente sur ce site est la Pipistrelle commune, suivie par celle de la Pipistrelle de Nathusius. Il faut noter que la différenciation entre les noctules et les sérotines s'avère compliquée lors de l'identification et qu'en cas d'incertitudes les individus sont désignés sous le nom de sérotules. En termes d'activité, il s'agit beaucoup de chasse et de transit.

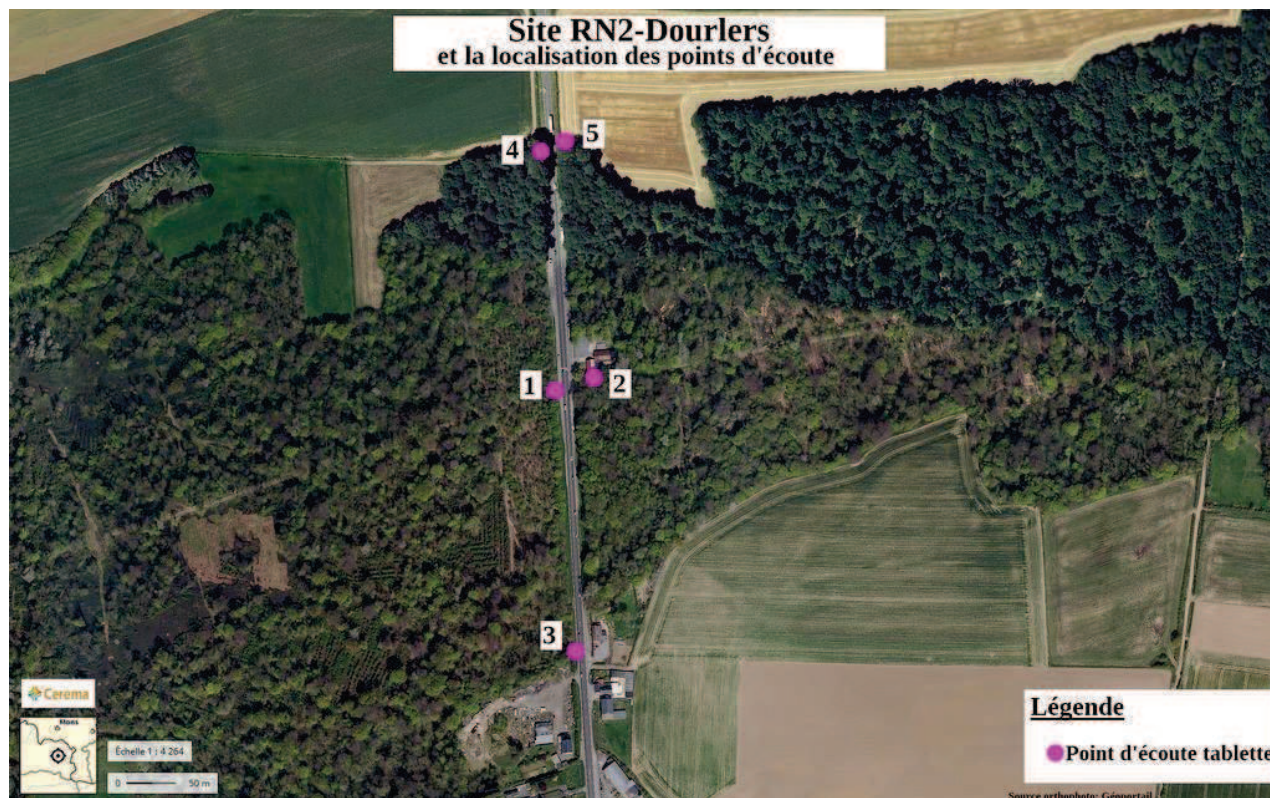


Illustration 30: Cartographie des points d'écoute sur le site de Dourlers

Espèces	Point 5		Point 4		Point 3		Point 2		Point 1		Total	
	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3	3	0	0	12	12	4	4	2	2	11	21
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	1	2	2	13	13	1	1	0	0	4	17
<i>Pipistrellus sp</i>	1	1		0	4	4	0	0	0	0	1	5
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	1		0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0	0		0	0	0	2	2	0	0	2	2
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	3	0,93	1	0,31	2	0,62	2	0,62	9	2,48
<i>Nyctalus noctula</i>	2	0,5	0	0	7	1,75	1	0,25	1	0,25	5	2,75
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	1	0,63	0	0	2	1,26	4	1,89
<i>Sérotule</i>	14	6,16	0	0	0	0	3	1,32	0	0	17	7,48
<i>Myotis sp</i>	0	0	1	1,95	0	0	1	1,95	0	0	2	3,9
<i>sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	22	12,66	6	4,88	38	31,69	14	11,14	7	4,13	87	64,5

Tableau 11: Résultat des écoutes actives à Dourlers le 20/06/2018

5.2.3. Site de Wallers

Sur le site de Wallers, nous avons gardé exactement la même configuration qu'en 2016 (illustration 31).

Il n'était pas envisageable, du point de vue sécurité notamment, de réaliser un point caméra sur ce site, bien que cela aurait été pertinent pour observer le franchissement de la route par les chiroptères.

La session d'écoute s'est déroulée le 13 juin 2018, entre 22h55 et 00h30, les températures étaient comprises entre 14 °C en début de session et 12 °C en fin de session, le vent était nul et le ciel sans nuage. Les résultats obtenus pour les différents points d'écoute ont été reportés dans le tableau 12. Le résultat brut correspond au nombre de signaux effectifs contactés et le résultat pondéré correspond au résultat brut auquel on applique le coefficient de détectabilité (chaque espèce n'étant pas détectée à la même distance, cf. tableau 1).

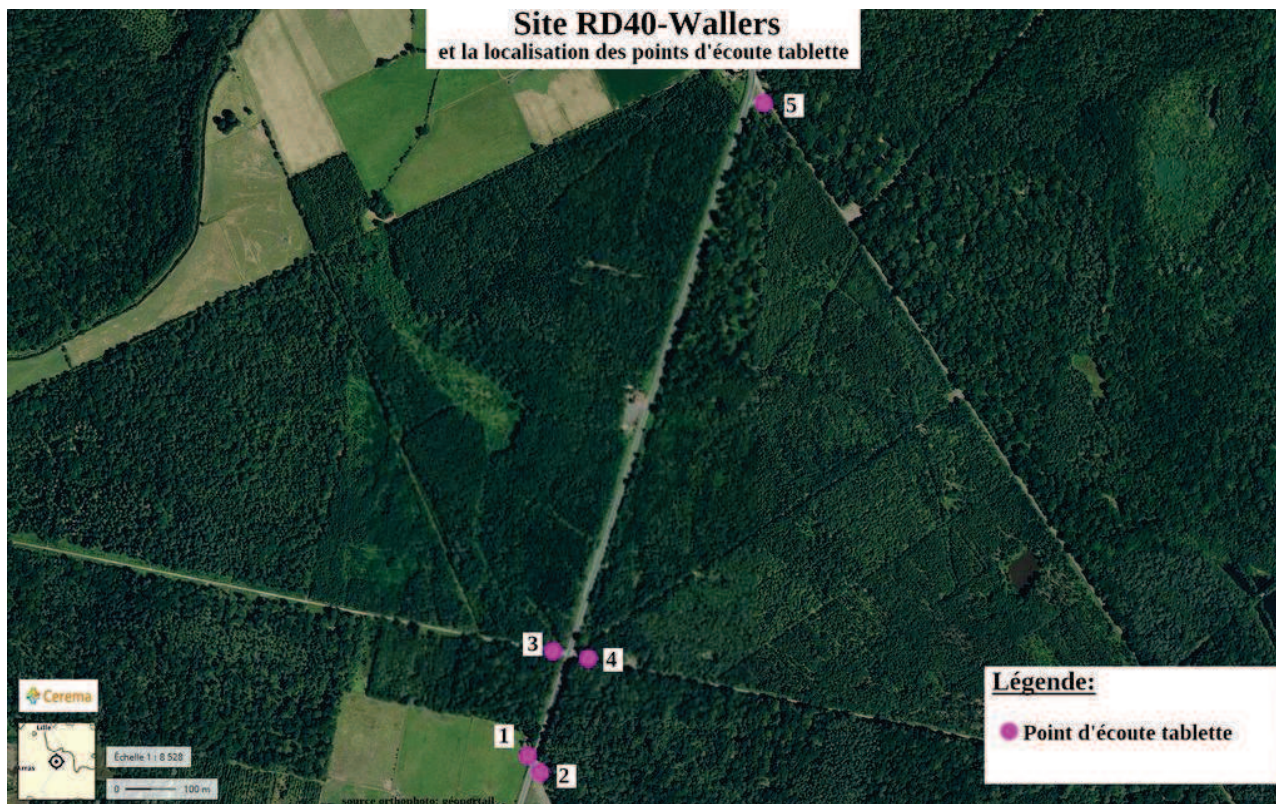


Illustration 31: Cartographie des points d'écoute sur le site de Wallers

Espèces	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Total	
	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	10	10	0	0	2	2	6	6	10	10	36	28
<i>Pipistrellus nathusii</i>	6	6	1	1	2	2	0	0	0	0	7	9
<i>Pipistrellus sp</i>	9	9	2	2	2	2	0	0	3	3	17	16
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	1	0,31	0	0	0	0	0	0,31
<i>Nyctalus noctula</i>	0	0	0	0	4	1	1	0,25	0	0	1	1,25
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sérotule</i>	2	0,88	0	0	2	0,88	0	0	1	0,44	4	2,2
<i>Myotis sp</i>	2	3,9	2	3,9	1	1,95	0	0	2	3,9	8	13,65
<i>sp</i>	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Total	30	29,78	9	6,9	14	10,14	7	6,25	16	17,34	76	70,41

Tableau 12: Résultat des écoutes actives à Wallers le 13/06/2018

Les résultats montrent des effectifs peu élevés sur ce site. Là encore, les lisières semblent plus attractives que les points au cœur de la forêt au vu du nombre d'individus contactés. Au niveau de la richesse spécifique, le site présente au moins 7 espèces, ce qui est intéressant et témoigne d'un certain enjeu, sûrement dû au milieu non monospécifique. Il y a une certaine homogénéité en termes de richesse spécifique sur les différents points (environ 5 espèces chacun). L'espèce la plus présente sur ce site est la Pipistrelle commune. En termes d'activité, il s'agit beaucoup de chasse et de transit sur ce site.

5.2.4. Site de Marchiennes

Sur le site de Marchiennes, nous avons gardé exactement la même configuration qu'en 2016 (illustration 32). Il n'était pas envisageable, du point de vue sécurité notamment, de réaliser un point caméra sur ce site, bien que cela aurait été pertinent pour observer le franchissement de la route par les chiroptères.

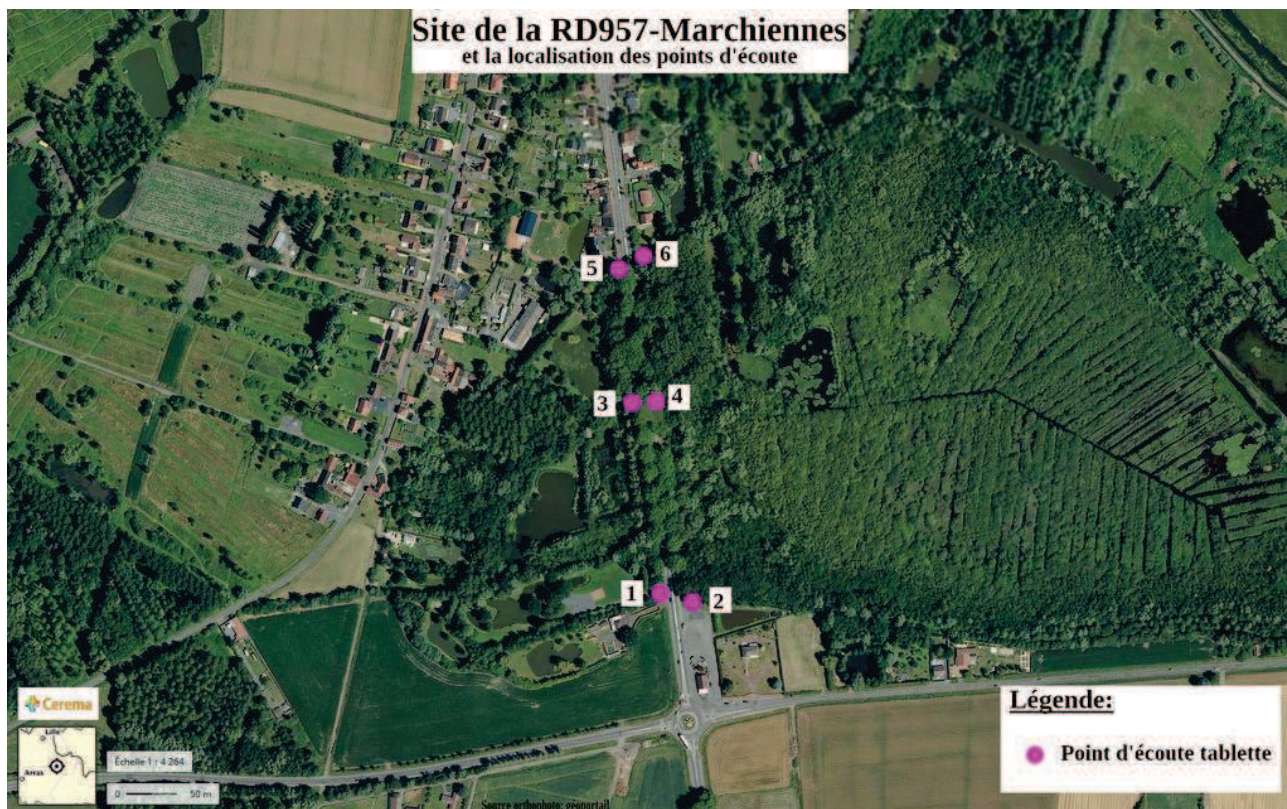


Illustration 32: Cartographie des points d'écoute sur le site de Marchiennes

La session d'écoute s'est déroulée le 14 juin 2018, entre 00h55 et 02h55, les températures étaient comprises entre 11 °C en début de session et 10 °C en fin de session, le vent était nul (selon le protocole Vigie-Chiro) et le ciel sans nuage. Les résultats obtenus pour les différents points d'écoute ont été reportés dans les tableaux 13 et 14. Le résultat brut correspond au nombre de signaux effectifs contactés et le résultat pondéré correspond au résultat brut auquel on applique le coefficient de détectabilité (chaque espèce n'étant pas détectée à la même distance (cf. tableau 1).

Espèces	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4	
	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	34	34	12	12	30	30	33	33
<i>Pipistrellus nathusii</i>	13	13	0	0	1	1	2	2
<i>Pipistrellus sp</i>	10	10	15	15	0	0	2	2
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	0	0	0	2	2	0	0
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctalus noctula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sérotule</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>sp</i>	0	0	0	0	0	0	12	0
Total	57	57	27	27	34	34	49	37

Tableau 13: Résultat des écoutes actives à Marchiennes le 14/06/2018 (partie 1)

Espèces	Point 5		Point 6		Total	
	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré	résultat brut	résultat pondéré
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	46	46	105	105	260	260
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0	0	4	4	20	20
<i>Pipistrellus sp</i>	1	1	9	9	37	37
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctalus noctula</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Sérotule</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp</i>	0	0	0	0	0	0
<i>sp</i>	0	0	0	0	12	0
Total	47	47	118	118	332	320

Tableau 14: Résultat des écoutes actives à Marchiennes le 14/06/2018 (partie 2)

Les résultats montrent des effectifs intéressants sur ce site, traduisant un enjeu important et une forte activité de chasse, surtout sur le point 6. Au niveau de la richesse spécifique, le site ne présente que 3 espèces, ce qui est peu. L'espèce la plus présente sur ce site est la Pipistrelle commune. En termes d'activité, il s'agit essentiellement de chasse, même si on observe un peu de transit et des cris sociaux de pipistrelles. Le point 6 présente le plus d'activité et de contacts, avec une centaine de contacts sur les 20 minutes d'écoute ! Il est à noter que sur ce site, malgré l'entrée dans la commune, nous n'avons pas perçu de ralentissement de la circulation.

5.2.5. Site de Péronne-en-Mélantois

Sur le site de Péronne-en-Mélantois, nous avons conservé la configuration des points d'écoute de 2016, mais les points 1 et 5 sont devenus des points d'écoute « caméra », pour tenter de voir comment le passage de l'A23 est appréhendé par les chauves-souris (illustration 33).

La session d'écoute s'est déroulée le 25 juin 2018, entre 23h30 et 01h30, les températures étaient comprises entre 18 °C en début de session et 14 °C en fin de session. Le point 5 à la caméra thermique a été réalisé entre 23h30 et 23h50 par une température de 18 °C, et le point 1 entre 00h00 et 00h20 par une température de 16 °C.

Les observations réalisées à la caméra thermique confrontées aux données enregistrées par l'enregistreur SM4 permettent de donner les tableaux 15 et 16.

Au total, 109 individus ont été enregistrés par le détecteur-enregistreur SM4 : 38 au point 5, et 71 au point 1, sur une durée totale de 40 minutes. Les tableaux 15 et 16 montrent que l'observation à la caméra thermique n'a permis de visualiser qu'un total de 43 individus : 29 au point 5, et 14 au point 1, ce qui implique que 66 individus sont passés hors champ de la caméra. Sur ce site, 56 % des individus sont passés au-dessus de l'ouvrage, donc au niveau de la route, et 37 % sont passés en dessous de l'ouvrage. Au moins quatre espèces sont présentes sur ces points, et notamment le murin de Daubenton, qui est inféodé aux zones humides et aux étendues d'eau calmes. 24 individus sont passés au-dessus de la route plutôt qu'en dessous, apparemment aidés par la matrice paysagère qui constitue une sorte de tremplin. Le passage au-dessus de la route peut s'avérer mortel pour les chiroptères (Lesinski, 2007).

Pour les résultats des points d'écoute active on obtient le tableau 17. Les points d'écoute active ont permis de vérifier la présence des espèces sur d'autres zones du site. Les résultats montrent 5 espèces contactées avec un total de 45 individus sur 3 points, donc moins que sur les points caméra aux abords de l'ouvrage. Cela peut s'expliquer par l'attractivité de la Marque et de sa végétation comme terrain de chasse. Cela traduit l'enjeu de ce site pour les chiroptères, qui traverseraient préférentiellement l'autoroute A23 par-dessus.



Illustration 33: Cartographie des points d'écoute sur le site de Péronne-en-Mélantois

Espèces	Passages en dessous		Passage au dessus		Passage le long		Total	
	Point 5		Point 5		Point 5			
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	14	14	6	6	1	1	21	21
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis daubentonii</i>	1	1,67	3	5,01	0	0	4	6,68
<i>Myotis natterei</i>	0	0	1	1,67	0	0	1	1,67
<i>Myotis sp</i>	1	1,95	2	3,9	0	0	3	5,85
Total	16	17,62	12	16,58	1	1	29	35,2

Tableau 15: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Péronne-en-Mélantois le 25/06/2018 sur le point 5

Espèces	Passages en dessous		Passage au dessus		Passage le long		Total	
	Point 1		Point 1		Point 1			
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0	0	9	9	1	1	10	10
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>Myotis daubentonii</i>	0	0	1	1,67	1	1,67	2	3,34
<i>Myotis natterei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp</i>	0	0	1	1,95	0	0	1	1,95
Total	0	0	12	11,67	2	2,67	14	14,34

Tableau 16: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Péronne-en-Mélantois le 25/06/2018 sur le point 1

<i>Espèces</i>	Point 2	Point 3	Point 4	Total
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	15	8	1	24
<i>Pipistrellus nathusii</i>	3	0	3	6
<i>Pipistrellus sp</i>	0	3	4	7
<i>Myotis sp</i>	3	4	0	7
<i>sp</i>	1	0	0	7
Total	22	15	8	45

Tableau 17: Résultat des écoutes actives à Péronne-en-Mélantois le 25/06/2018

5.2.6. Site d'Isques

Sur ce site, coupé par l'A16 et non observé en 2016, la configuration se prêtait bien à l'utilisation de la caméra thermique. L'observation a donné la configuration présentée par l'illustration 34.

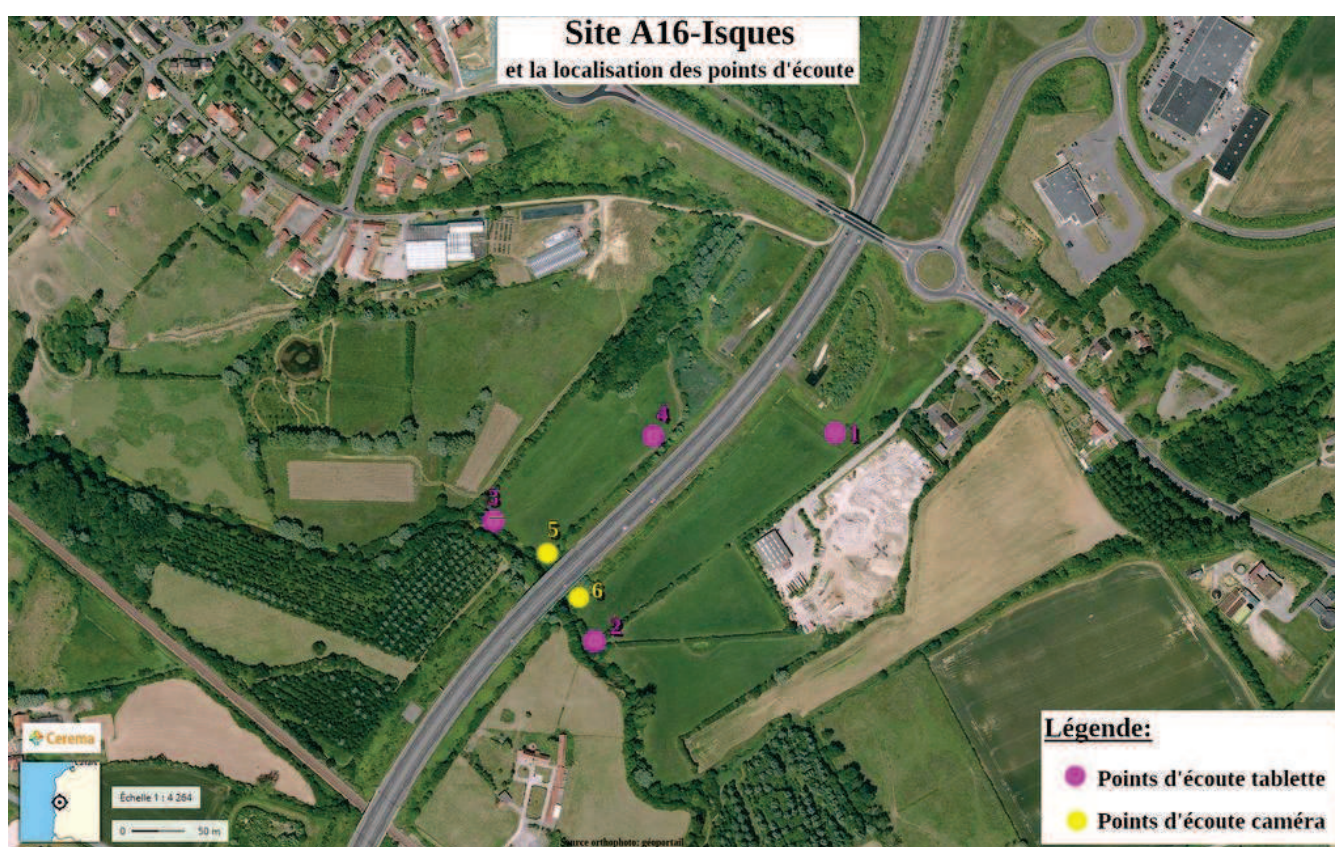


Illustration 34: Cartographie des points d'écoute sur le site d'Isques

Deux points d'écoute ont été réalisés à l'aide de la caméra thermique couplée au SM4 (points 1 et 2). Ces points d'écoute ont été faits de part et d'autre de l'ouvrage sous l'A16. Trois points d'écoute ont également été réalisés à la tablette, deux dans la continuité du cours d'eau (points 3 et 4) et deux le long de l'autoroute (5 et 6).

Entre les points 1 et 2 et les points 5 et 6, il existe 4 passages sous l'autoroute A16 en plus de l'ouvrage traversant La Liane. Ils sont utilisés ponctuellement par la faune, mais la partie débouchant à l'est de l'autoroute est densément végétalisée. Le passage pour les chauves-souris semble donc très compliqué. C'est pourquoi les points 5 et 6 ont été placés de part et d'autre de ces passages, afin de savoir s'il y a de l'activité le long de la route et s'il est intéressant d'y favoriser l'ouverture de la végétation. Les points 3 et 4 sont quant à eux placés le long du

cours d'eau, à l'intersection entre deux haies, permettant de savoir si celles-ci ont un rôle de corridor pour les chauves-souris.

Les écoutes ont été réalisées le 19 juillet entre 23h20 et 01h00, les températures étaient comprises entre 20 °C en début de session et 19 °C en fin de session. Le point 1 à la caméra thermique a été réalisé entre 23h50 et 0h10 par une température de 19 °C et le point 2 entre 23h20 et 23h40 par une température de 20 °C.

Les observations réalisées à la caméra thermique confrontées aux données enregistrées par l'enregistreur SM4 permettent de donner les tableaux 18 et 19.

Espèces	Passages en dessous		Passage au dessus		Passage le long		Total	
	Point 1		Point 1		Point 1			
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	18	18	0	0	4	4	22	22
<i>Myotis nattereri</i>	0	0	0	0	2	3,34	2	3,34
Total	18	18	0	0	6	7,34	24	25,34

Tableau 18: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Isques le 19/07/2018 sur le point 1

Espèces	Passages en dessous		Passage au dessus		Passage le long		Total	
	Point 2		Point 2		Point 2			
	effectifs bruts	effectifs pon- dérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	18	18	2	2	3	3	23	23
<i>Myotis nattereri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	18	18	2	2	3	3	23	23

Tableau 19: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Isques le 19/07/2018 sur le point 2

Au total, 202 contacts ont été enregistrés par le détecteur-enregistreur SM4 : 106 au point 1 et 96 au point 2, sur une durée totale de 40 minutes. Ces résultats témoignent d'une forte activité sur ces points et donc d'un enjeu du fait de l'A16. Les tableaux 18 et 19 montrent que l'observation à la caméra thermique n'a permis de visualiser qu'un total de 47 contacts : 24 au point 1 et 23 au point 2. La grande majorité des individus ont été observés lors d'un passage sous l'ouvrage sur les deux points d'observation. 9 individus ont longé l'ouvrage, dont 2 murins de Natterer au point 1. Au total, 76 % des individus sont passés en dessous de l'ouvrage et 19 % l'ont longé. Néanmoins, il y a 155 individus qui sont passés hors champs de la caméra. La diversité des individus est limitée sur ces points avec deux espèces contactées : la Pipistrelle commune et le Murin de Natterer.

Les autres points d'écoute du site ont donné le tableau 20. Les points d'écoute active ont permis d'identifier les espèces présentes sur le site et de montrer que le nombre total de contacts est le même que sur les points caméra. Cela signifie que ce site a une certaine attractivité pour les chiroptères. De plus, ce site présente dans sa globalité au moins 8 espèces, traduisant une bonne diversité spécifique. Il peut être noté qu'il semble bien y avoir un axe de déplacement le long de la Liane au regard des résultats sur les points 1, 2, 3 et 4. Néanmoins, le point 6 est le point le plus fréquenté par les individus et présente la plus grande diversité (au moins 5 espèces). Ce site serait à prospecter à nouveau, car il pourrait peut-être y avoir un gîte à proximité.

Espèces	Point 3		Point 4		Point 5		Point 6		Total	
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13	13	13	13	13	13	88	88	127	127
<i>Pipistrellus nathusii</i>	2	2	3	3	0	0	29	29	34	34
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,31	1	0,31
<i>Nyctalus noctula</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>Eptesicus serotinus</i>	1	0,63	0	0	0	0	2	1,26	3	1,89
<i>Myotis beschteinii</i>	0	0	0	0	1	1,67	0	0	1	1,67
<i>Pipistrellus sp</i>	6	6	1	1	0	0	19	19	26	26
<i>Myotis sp</i>	2	3,9	5	9,75	0	0	0	0	7	13,65
Total	24	25,53	23	27,75	15	140	255,28	138,57	202	207,52

Tableau 20: Résultat des écoutes actives à Isques le 19/07/2018

5.2.7. Site de Montreuil-sur-Mer

Sur le site de Montreuil-sur-mer, nous avons gardé le même dispositif qu'en 2016, en rajoutant un point caméra afin d'essayer d'appréhender le comportement des chiroptères pour traverser la RD901 (point 6). Ce qui donne l'illustration 35.

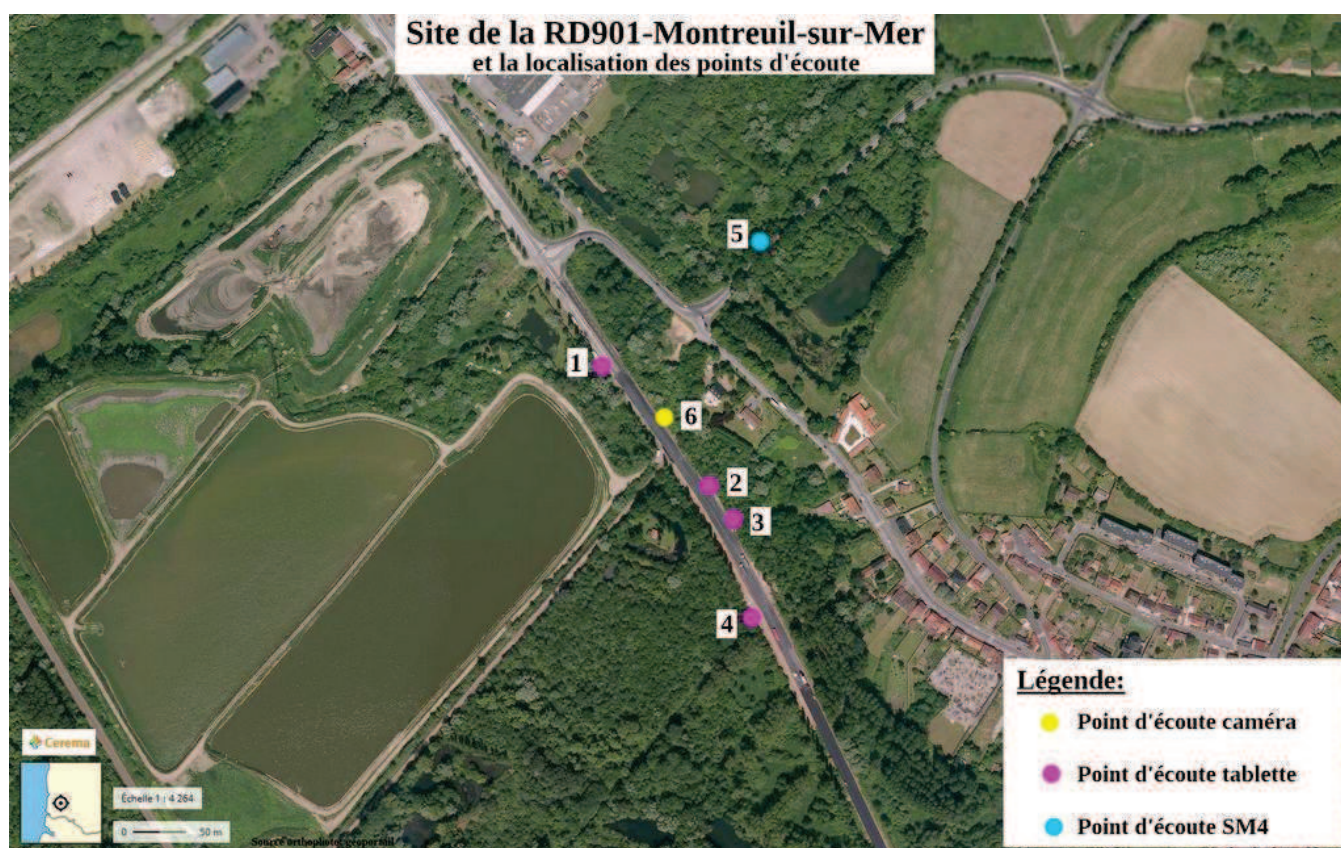


Illustration 35: Cartographie des points d'écoute sur le site de Montreuil-sur-Mer

Les écoutes ont été réalisées le 04/07/2018 entre 23h00 et 01h00, les températures étaient comprises entre 19 °C en début de session et 17 °C en fin de session. Le point à la caméra thermique a été réalisé entre 23h15 et 23h35 par une température de 19 °C.

Les observations réalisées à la caméra thermique confrontées aux données enregistrées par l'enregistreur SM4 permettent de donner le tableau 21.

Espèces	Passages en dessous		Passage au dessus		Passage le long		Total	
	Point 1		Point 1		Point 1			
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	2	0	0	0	0	2	2
<i>indéterminé</i>	0	0	6	6	0	0	6	6
Total	2	2	6	6	0	0	8	8

Tableau 21: Nombre d'individus observés et identifiés via l'association caméra thermique/SM4 à Montreuil-sur-Mer le 04/07/2018

Au total, 17 contacts ont été enregistrés par le détecteur-enregistreur SM4, sur une durée totale de 20 minutes. Le tableau 21 montre que l'observation à la caméra thermique a permis de visualiser un total de 8 contacts, soit la moitié des contacts enregistrés par le SM4. 75 % des individus ont été visualisés en train de passer le long de la route. Il semblerait que le détecteur enregistreur SM4 était positionné trop loin de la caméra, ce qui n'a pas permis d'avoir des résultats optimaux.

Les résultats des écoutes actives quant à eux sont fournis dans le tableau 22.

Espèces	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Total	
	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés	effectifs bruts	effectifs pondérés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	11	11	6	6	9	9	13	13	39	39
<i>Pipistrellus nathusii</i>	2	2	3	3	2	2	1	1	8	8
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0	0	1	1	0	0	2	2	3	3
<i>Sérotule</i>	2	0,88	0	0	0	0	0	0	2	0,88
<i>Nyctalus noctula</i>	8	8	0	0	1	1	0	0	9	9
<i>Eptesicus serotinus</i>	6	3,78	1	0,63	0	0	2	1,26	9	5,67
<i>Myotis beschteinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipistrellus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp</i>	16	31,2	0	0	1	1,95	0	0	17	33,15
Total	45	56,86	11	10,63	13	18	18	17,26	87	98,7

Tableau 22: Résultat des écoutes actives à Montreuil-sur-mer le 04/07/2018

Les résultats des analyses des points témoins permettent d'identifier un plus grand nombre d'espèces, mais aussi plus d'individus, avec 5 espèces et un total de 87 individus. On a donc une faible quantité d'individus contactés, mais une diversité intéressante, qui traduit un potentiel du site avec une activité apparente plus importante que constatée. L'activité sur le ruisseau est essentiellement une activité de chasse (point 1). Les autres points témoignent d'une activité de transit et de chasse. C'est d'ailleurs le point 1 qui concentre le plus de contacts avec 45 pour au moins 5 espèces.

Le point d'écoute dit « SM4 » a permis de contacter au moins 35 pipistrelles communes en 3 heures, soit environ 4 individus en résultat pondéré par 20 minutes. Cela est assez faible, même si l'application Tadarida qui traite ces données donne potentiellement le double de contacts.

6. Analyse comparée des résultats

Les résultats peuvent fortement varier d'une année sur l'autre du fait des conditions météorologiques notamment, mais aussi au gré de l'ensemble des éléments pouvant impacter une chauve-souris au cours de son cycle biologique : le dérangement au gîte, le manque de disponibilité de nourriture, les obstacles aux routes de transit et de chasse, la disparition des habitats qui leur sont favorables, la prédation, etc.

L'analyse comparée des résultats des deux années 2016 et 2018, sont résumées dans les paragraphes suivants.

6.1. Site d'Etroeung

Sur ce site, les résultats de 2018 présentent une diminution sensible des effectifs contactés par rapport aux observations de 2016. Néanmoins il s'agit malgré tout d'un site à fort enjeu.

Quatre espèces sur sept ont été recontactées en 2018. Les murins à oreilles échancrées, les murins de Bechstein et la Noctule de Leisler n'ont pas été recontactés. En revanche, la noctule commune a été contactée en 2018 et pas en 2016. L'ensemble de ces résultats sont en partie dus à une matrice paysagère de bocages préservée et à la présence de l'Helpe mineure qui augmente l'attractivité du site et offre un bon terrain de chasse ainsi qu'un bon corridor écologique.

L'observation à la caméra thermique n'a permis de visualiser qu'un total de 20 contacts. 95 % des individus ont été observés lors d'un passage sous l'ouvrage et un seul individu a longé l'ouvrage (un murin de Daubenton). L'ouvrage portant la RN2 au-dessus de l'Helpe mineure semble en effet faciliter le passage sous la route avec son tirant d'air d'environ 4 mètres.

6.2. Site de Doullers

Sur ce site les écoutes réalisées en 2018 présentent une diminution avérée des effectifs par rapport à 2016, notamment visible sur les points 4 et 5. En termes d'espèces, 6 sur 8 espèces ont été recontactées en 2018. Seuls manquent les murins de Bechstein/Brandt et murins à moustache.

La lisière de part et d'autre de la Haie d'Avesnes présente toutefois un enjeu pour la diversité d'espèces. Il pourrait être intéressant de réaliser des aménagements sur ces lisières, afin de contraindre les chiroptères à prendre de la hauteur avant de franchir la route. À cet effet un aménagement préconisé par Limpiens et al. (2005), consistant à entretenir les arbres de la lisière situés aux abords de la route, afin d'en faire des arbres de haut jet à troncs dégagés, pourrait être envisagé. L'absence de végétation dans la strate inférieure forcerait les chauves-souris à emprunter la voie haute constituée par le feuillage des arbres et permettrait une traversée sécurisée de l'infrastructure.

6.3. Site de Wallers

Sur ce site, les résultats des écoutes de 2018 présentent une légère diminution par rapport à 2016, mais restent dans des valeurs d'ordre similaire. Au niveau des espèces, seul le Murin de Daubenton n'a pas été recontacté en 2018.

Les espèces contactées sont plutôt considérées comme des espèces de haut vol et donc peu concernées par les collisions routières. L'enjeu est donc modéré sur ce secteur.

6.4. Site de Marchiennes

Sur ce site, les résultats de 2018 présentent des effectifs globalement du même ordre de grandeur que ceux de 2016. Certains points présentent une diminution (point 4), d'autres une augmentation (point 6). Deux espèces sur quatre ont été recontactées d'une session à l'autre (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Nathusius). L'Oreillard roux et le Murin de Daubenton n'ont pas été recontactés en 2018. En revanche la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle pygmée ont été contactées en 2018.

Du fait des oreillards présents en 2016, il y a un enjeu pour la traversée, conforté par la forte activité de

chasse sur secteur et les cris sociaux de pipistrelles notamment (2016 et 2018). Ces cris pouvant être synonymes de communication entre parents et jeunes à la sortie de gîtes de reproduction (Barataud 2012), il conviendrait de réaliser une recherche d'un gîte éventuel existant à proximité (complexe du fait que les parcelles autour de la route départementale semblent privées), et, a minima, d'opter pour une diminution de la vitesse de circulation automobile (la vitesse perçue semble, dans les faits, plus élevée que la limitation réglementaire indiquée) via un changement de signalisation et la mise en place de ralentisseurs.

6.5. Site de Péronne-en-Mélantois

Sur ce site, les résultats de 2018 sont inférieurs à ceux de 2016, car nous avons recontacté 4 des 8 espèces contactées en 2016. Deux autres espèces non contactées en 2016 ont été contactées en 2018.

Il est compliqué d'expliquer la variabilité de ces résultats qui dépend de plusieurs facteurs.

Les observations à la caméra thermique en revanche mettent en évidence que sur les 29 individus observés au point 1 et sur les 14 au point 2, 56 % des individus sont passés au-dessus de l'ouvrage de l'A23, donc au niveau de la route, et 37 % sont passés en dessous de l'ouvrage portant l'A23. Cette situation favorise les collisions et confirme les interrogations posées en 2016 au sujet de la matrice paysagère au niveau du pont, qui a tendance à guider les chiroptères vers le haut et pour un passage au-dessus plutôt qu'en dessous.

Des aménagements devraient être mis en place pour corriger la trajectoire préférentielle des chiroptères en redessinant notamment la matrice paysagère pour les guider sous le pont.

6.6. Site d'Isques

Sur ce nouveau site de la campagne 2018, les effectifs sont plutôt homogènes, hormis sur les points caméra et le point 6 qui dégagent une activité plus importante.

La présence du cours d'eau a aussi un rôle attractif prépondérant dans la présence des chiroptères. Les observations avec la caméra thermique ont permis de constater que 76 % des individus ont été observés lors d'un passage sous l'ouvrage sur les deux points d'observation. La hauteur de l'ouvrage offrant un tirant d'air d'environ 4 mètres peut expliquer cette forte proportion d'individus passant sous l'A16.

Par ailleurs 9 individus ont longé l'ouvrage, dont 2 murins de Natterer au point 1, soit 19 % qui ont longé l'ouvrage et l'A16. Sur ce site, il serait intéressant de prospecter à la recherche d'un gîte éventuel qui pourrait exister. En effet, les écoutes via le SM4 ont laissé entrevoir cette hypothèse en enregistrant un grand nombre de données par rapport au nombre d'individus observés à la caméra thermique.

6.7. Site de Montreuil-sur-Mer

Les effectifs en 2018 sont deux fois moindres environ par rapport à ceux observés en 2016. 5 des sept espèces contactées en 2016 l'ont été à nouveau en 2018. Néanmoins, on observe toujours le fait que le point 1 est significativement différent en termes d'effectifs, bénéficiant de l'attrait du cours d'eau. On souligne que les espèces sont majoritairement contactées en activité de chasse. La différence d'effectifs peut s'expliquer par de multiples raisons, mais aucune n'est précisément identifiée dans ce cas présent.

Trop peu d'individus ont été observés à la caméra pour en tirer des enseignements. Pourtant, la route RD901, au vu des espèces contactées (plutôt de haut vol) ne semble pas représenter une barrière infranchissable au moins pour les points 2, 3 et 4. Il conviendrait néanmoins de réitérer les observations à la caméra et les écoutes pour l'affirmer de façon certaine.

Pour le point 1, le nombre d'individus et les espèces contactées (sensibles au trafic) représente un enjeu dont il faut tenir compte. Au niveau de ce point d'écoute, la RD901 coupe en effet un ruisseau. Celui-ci s'écoule sous la route dans une buse dont le tirant d'air ne permet pas le passage des chauves-souris. Par ailleurs, les résultats ont montré que le milieu « cours d'eau » présente dans chaque secteur étudié une très forte activité et une diversité élevée. Selon la littérature, les buses, lorsqu'elles sont d'un diamètre minimal de 1,5 m, permettent le passage des chauves-souris (National Roads Authority, 2005). Un aménagement de la buse existante visant à augmenter son tirant d'air afin d'assurer le transit des chauves-souris d'un côté à l'autre de la route s'avérerait intéressant pour les chiroptères, en leur offrant l'alternative de passer sous la route. A minima, avec ou sans cet

aménagement de la buse (pour des raisons techniques et/ou financières), une réduction de la vitesse peut être mise en place en place sur la route départementale D901 au droit de ce point d'écoute. Capo et al. (2006) ont en effet observé que la mise en place d'une limitation drastique de la vitesse des véhicules sur un tronçon très meurtrier avait permis de diminuer les collisions.

7. Conclusion

La validation terrain de la carte de densité d'habitats favorables potentiels pour les chiroptères, par les écoutes confirme un enjeu de présence de chiroptères sur les sites choisis par le biais de cette carte.

L'étude permet de souligner cinq enseignements importants sur la présence et les vols de chiroptères en abords d'infrastructure de transport :

- Le premier constat permis par les observations de terrain sur les sites à fort enjeu est que la présence de l'eau est un facteur d'enjeu important (cours d'eau, mares, etc.), car elle augmente l'attractivité. Il s'agit d'un point important à considérer lorsqu'un aménageur construit une infrastructure. Il convient en effet de penser l'usage des infrastructures et des ouvrages en amont, pour qu'ils aient le moins d'incidences sur les risques de mortalité des chiroptères, groupe d'espèces très sensibles, et notamment à la fragmentation de leurs habitats et couloirs de déplacement.
- La prépondérance de la présence d'ouvrages ou de structures permettant la traversée d'une infrastructure de transport par les chiroptères. Sur Montreuil-sur-Mer, en l'absence d'ouvrage, (même si la mise en place des dispositifs d'observation n'était pas optimale) malgré une présence avérée de chiroptères, peu de traversées ont été observées.
- Outre la présence d'un ouvrage, l'importance de son dimensionnement pour faciliter la traversée d'une infrastructure de transport. En effet, les ouvrages portant des infrastructures de transport ne sont utilisés que lorsque le tirant d'air est suffisant pour voler dans de bonnes conditions (permettant à la chauve-souris d'obtenir les informations sur son environnement de façon sécurisante et aisée). Les ouvrages offrant un tirant d'air généreux (4 mètres au moins), comme à Etroeungt ou à Isques, sont utilisés de façon fréquente par les chiroptères qui passent en dessous de l'infrastructure à ces endroits.
- L'importance de la matrice paysagère aux abords d'un point de traversée d'une route qui va guider préférentiellement les déplacements des chauves-souris. En effet, sur le site de Péronne-en-Mélantois, malgré la présence d'un ouvrage passant sous l'autoroute A23, les chiroptères passent préférentiellement au-dessus de la route, guidés par une matrice paysagère sur les bords la Marque, qui les amène en bord de route plutôt que de les guider sous la route.
- Enfin, la vitesse des véhicules est un facteur important influençant les collisions entre véhicules et chiroptères : un trafic épars et rapide génère davantage de risques de mortalité pour les chauves-souris qu'un trafic dense et lent. Il serait intéressant de réguler cette vitesse sur les sections identifiées à enjeux pour ce groupe taxonomique.

Dans le cadre d'une amélioration de la connaissance des impacts des infrastructures sur les chiroptères, il serait d'ailleurs opportun de poursuivre des écoutes couplées avec les observations à la caméra thermique pour observer la façon d'appréhender la traversée d'infrastructures de transport selon la vitesse de la circulation, notamment, et de vérifier le rôle de la matrice paysagère en l'absence d'ouvrages guidant le franchissement de la route.

Bibliographie

Agranat Ian, 2014. Detecting bats with ultrasonic microphones, understanding the effects of microphone variance and placement on detection rates. Wildlife acoustics, Inc. 14 p.

ARTEMIA Environnement, 2016, Expertise écologique dans le cadre du projet de création d'un parc éolien sur les communes de Belloy-en-Santerre, Villers-Carbonnel et Barleux (60). Dossier n°EXP-14-011, Partie 3. 93 p.

Arthur L., Lemaire M., 2015. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (collection Parthénope), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2nd éd. 544 p.

Barataud M., 2015. Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. 3^e éd. Biotope, Mèze ; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité). 334 p.

Barataud M., et al., 2013. Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin, rapport d'étude écologique, Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin. 26 p.

Barataud M., et al., 2010. Inventaire au détecteur d'ultrasons des chiroptères du Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin, rapport d'étude écologique, Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin. 41 p.

Bhardwaj M., Soanes K., Straka T.M., Lahoz-Monfort J.J., Lumsden L.F., & Van der Ree R., 2017. Differential use of highway underpasses by bats. Biological Conservation. 212 p : 22 à 28.

Bickmore C., et Wyatt L., 2003 – Review of work carried out on the trunk road network in Wales for bats. Étude bibliographique. 65 p.

Broussin A, 2018. Impact des infrastructures de transport sur les chiroptères en région Hauts-de-France ; Rapport de stage de master 2, Cerema Nord-Picardie/Université de Rennes, 74p.

Carravieri A. et Scheifler R., 2012. Effets des substances chimiques sur les chiroptères : état des connaissances. UMR Chrono-environnement, Université de Franche-Comté. 65 p.

Cerema, 2016. Chiroptères et infrastructures de transport, collection Références. 168 p.

Claireau F. et al (in revision). Bat overpasses : an insufficient solution to encourage bats across the road. MNHN-CESCO/Greifswald university/Naturalia environnement. 28 p.

Claireau Fabien, Bas Yves, Puechmaille Sébastien J., Julien Jean-François, Allegrini Benjamin and Kerbiriou Christian (in prep). Bats overpasses, an insufficient solution to funnel bats crossing the road. 2 p.

Claireau Fabien, Pauwels Julie et Roemer Charlotte, 2018. Trajectographie des chauves-souris, Quelles sont les nouvelles avancées ? Et pour quelles applications ?. Rencontres Nationales Chauves-souris – 16 au 18 mars 2018 – Bourges. 41 p.

CMNF, 2010. Les chauves-souris du Nord-Pas-de-Calais. 2 p.

DREAL Nord-Pas-de-Calais Picardie, 2013. Recensement de la circulation dans le Nord-Pas-de-Calais.

Dutilleul S., 2009. Plan Régional de Restauration des Chiroptères du Nord-Pas-de-Calais : Période 2009 – 2013. Coordination Mammalogique du Nord de la France. 95 p.

- Dutour L., 2010. Déclinaison régionale picarde du plan d'action chiroptères 2009-2013. Picardie Nature, 93 p.
- Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL), 2013. Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin. Rapport d'étude écologique. 26 p.
- Entwistle A.C., Harris S., Hutson A.M., Racey P.A., Walsh A., Gibson S.D., Hepburn I., Johnston J., 2001. Habitat management for bats – A guide for land managers, land owners and their advisors. Guide technique. 48 p.
- Fédération des conservatoires naturels, 2015. Plan national d'actions en faveur des Chiroptères (2016- 2025). 88 p.
- Godineau F. et Pain D., 2007. Plan de restauration des chiroptères en France métropolitaine, 2008 – 2012. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères / Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. 79 p et 18 annexes.
- Highway Agency, 1999. Nature conservation advice in relation to bats. Design manuel for roads and bridges. Guide technique. 34 p.
- Kerbiriou C., Julien J.-F., Arthur L., Depraetere M., Lemaire M., Le Viol I., Lorrillière R., Maratrat J., Mermet J., Pellissier V. & Reneville C., 2014. Suivi national des chauves-souris communes et retombées locales. Symbioses, nouvelle série, n° 32, p 57 à 62.
- Lemaire M. et Arthur L., 1998. Les chauves-souris et les routes. Actes des 3^e rencontres « Routes et faune sauvage ». Pages 139-150. 12 p.
- Lemaire M. et Arthur L., 1999. Les chauves-souris, Maîtresses de la nuit. Livre- Ed. Delachaux et Niestlé, réédition 2005. 265 p.
- Lesinski G., 2007. Bat road casualties and factors determining their number. Scientific article. Mammalia (2007). Pages 138-142. 5 p.
- LIFE + Chiro MED, 2010-2014. Techniques d'imagerie au service de la conservation. Guide technique n°6 ; Programme LIFE + Chiro MED. 23 p.
- Limpens H.J.G.A., Tweesk P et Veenbaas G., 2005. Bats and Road Construction – Brochure about bats and the ways in wich pratical mesures can be taken to observe the legal duty of care for bats planning, constructing, reconstructing and managing roads. Technical handbook. 24 p.
- Lugon A., Eicher C., Bontadina F., 2017. Conservation des chauves-souris dans le cadre de la planification, de l'aménagement et de l'assainissement des infrastructures de transport – Base de travail. Sur mandat de l'OFEV et de l'OFROU. 78 p.
- Meyer L., 2016. Chiroptères et infrastructures de transport : étude des enjeux dans le Nord-Pas-de-Calais. Mémoire de master 2 Génie écologique, Université de Poitiers. 58 p.
- MNHN, 2014. Protocole point fixe. Suivi Vigie-chiro. 11 p.
- Naturalia environnement & FRAPNA, 2015. Suivi des ouvrages de l'A89 : le cas des Chiroptères, Autoroute A89 section Balbigny – Violay. Rapport de Synthèse pour le compte d'ASF. 23 p.
- Néri Frédéric, 2006. Diagnostique sur la mortalité de chauves-souris par collision, dans le Lot, sur l'A20 entre Cahors et la Dordogne, et propositions d'aménagement. Symbiose, 2006, nouvelle série, n°15 : 35-38. 4 p.
- ONF (Office National des Forêts) & GCP (Groupe Chiroptères de Provence), 2016. Plan de gestion de 1 200 hectares d'espaces naturels à Caradache – Étude des chiroptères. 89 p.

- Parise Claire, 2014. Étude de la mortalité des chauves-souris (et autres animaux sauvages) par collision routière dans deux secteurs de Champagne-Ardenne. Naturelle N°5. 7 p.
- Picardie Nature (Coord.), 2016. Listes rouges régionales de la faune menacée de Picardie. Chiroptères. 2 p.
- Sétra et Cete, 2008. Routes et chiroptères. État des connaissances. Rapport bibliographique. 67 p.
- Sétra, 2009. Chiroptères et infrastructures de transports terrestres. Note d'information du Sétra – Série Economie Environnement Conception n° 91. 22 p.
- Symbioses, 2016. Actes des dixièmes rencontres nationales chauves-souris de Bourges. Bulletin des muséums d'histoire naturelle de la région Centre, n°15. 80 p.

Annexes

Annexe 1 : Réglages simplifiés de la caméra thermique Flir b620

Fiche réglages de la caméra thermique

Comme dit dans la fiche protocole, il est important de faire des phases de tests sur des zones connues en présence de chauves-souris afin de pouvoir régler le plus justement possible le matériel.

Cette fiche a pour but d'apporter les premières bases pour les réglages de la caméra thermique. Il faudra régler la caméra toutes les 30 minutes, pour adapter les réglages aux changements extérieurs (température, hygrométrie).

1- Placer la caméra thermique à moins de 30 mètres du point observé, là où sera placé le détecteur-enregistreur.

2- Commencer par régler la température et l'émissivité dans la caméra. Pour ces réglages il faut naviguer dans le menu (avec le joystick), dans le 2ème onglet vers la droite. Aller dans paramètre de l'objet et indiquer la température réelle dans « température atmosphérique » et l'émissivité à 0,98 (correspond aux mammifères). *Rappel : la température est à régler toutes les 30 minutes, donc avant chaque nouveau point d'écoute.*

3- La netteté de la caméra est à faire manuellement, directement par le biais de l'objectif.

4- Il faut essayer de placer la caméra de manière à avoir une palette de couleur arc-en-ciel avec un fond le plus uniforme possible. Les chauves-souris seront plus facilement visibles sur un fond uniforme et apparaîtront en couleur bleue ou rouge.

Annexe 2 : Exemple de fiche de terrain

Fiche terrain

Date :

Observateurs :

Zone inspectée : (ex : RN2 Doullers)

Numéro du passage :

Détecteur utilisé (numéro) :

Micro associé :

Points	Heure de début	Heure de fin	T° de début	T° de fin	Couverture nuageuse*	Vent*

*Couverture nuageuse : couvert, pluie, aucun nuage, épars

*Vent : nul, faible, modéré, fort

Renseignements pour la caméra thermique

Points	Traversées de l'ouvrage				Passages le long de l'ouvrage	
	En dessous		Au-dessus		Vol aux abords du linéaire	
	Heure	Nombre	Heure	Nombre	Heure	Nombre

Connaissance et prévention des risques – Développement des infrastructures – Énergie et climat – Gestion du patrimoine
d'infrastructures – Impacts sur la santé – Mobilités et transports – Territoires durables et ressources naturelles – Ville et bâtiments
durables

Cerema Nord-Picardie

44 ter, rue Jean Bart - CS 20 275 - 59019 Lille CedexCedex

Tél : +33 (0)3 20 49 60 00 – fax : +33 (0)3 20 53 15 25

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public - Siret 130018310 00016 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310 www.cerema.fr