Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 138 (2018)

Artikel: Utilisation de l'habitat et des ressources trophiques par les chiroptères à proximité des futurs parcs éoliens du Haut Val-de-Travers (Jura Suisse)

Autor: Jaberg, Christophe / Ahlin, Rachel / Pétremand, Rémy

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-842073

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

UTILISATION DE L'HABITAT ET DES RESSOURCES TROPHIQUES PAR LES CHIROPTÈRES À PROXIMITÉ DES FUTURS PARCS ÉOLIENS DU HAUT VAL-DE-TRAVERS (JURA SUISSE)

CHRISTOPHE JABERG[1], RACHEL AHLIN[2], RÉMY PÉTREMAND[3], THIERRY BOHNENSTENGEL[1,4]

[1]Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO), Musée d'histoire naturelle, avenue Léopold-Robert 63, 2300 La Chaux-de-Fonds

[2]Haute École du paysage, d'ingénierie et d'architecture (hepia), rue de la Prairie 4, 1202 Genève

[3]Lycée Denis-de-Rougemont, rue Abraham-Louis-Breguet 3, 2002 Neuchâtel

[4]Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), passage Maximilien de Meuron 6, 2000 Neuchâtel

Mots-clés : chauves-souris, conservation, énergie éolienne, *Eptesicus serotinus*, rayon d'action, régime alimentaire

Keywords : bats, Chiroptera, conservation, *Eptesicus serotinus*, habitat use, foraging, wind energy

Résumé

Afin d'identifier un éventuel conflit entre le développement de l'énergie éolienne et la conservation des chiroptères, 20 chauves-souris appartenant à 5 espèces potentiellement impactées par les aérogénérateurs (*Eptesicus serotinus* : N = 8 ; *Myotis myotis* : N = 4 ; *Eptesicus nilssonii* : N = 3 ; *Pipistrellus pipistrellus* : N = 3 ; *Vespertilio murinus* : N = 2) ont été suivies par radio-télémétrie entre 2012 et 2014. La région d'étude englobait les 4 parcs éoliens planifiés sur les crêtes entourant le haut Val-de-Travers (Jura suisse). Nous avons estimé le rayon d'action journalier de chaque individu et testé la sélection de l'habitat de chasse chez 6 *E. serotinus* femelles reproductrices. De plus, la sélection des proies a été étudiée au sein de la même colonie de femelles. Nos résultats ont montré des déplacements quotidiens inattendus en altitude, depuis les gîtes situés au fond de la vallée (env. 750 m d'alt.) vers les zones de chasse situées sur les crêtes où les parcs éoliens sont prévus (env. 1 200 m d'alt.). De plus, l'ampleur de ces mouvements était tout à fait remarquable (jusqu'à 24 km pour *M. myotis*). *E. serotinus* a sélectionné des habitats de chasse semi-ouverts (bocages avec alternance de pâturages, buissons, haies et arbres isolés), soit un paysage typique des sommets jurassiens ; elle y a chassé de préférence de gros insectes (hétérocères nocturnes,

hannetons, muscidés et tipulidés). Ces résultats suggèrent que la mise en place des parcs éoliens pourrait affecter négativement les populations locales de chiroptères, notamment par le biais des collisions et de la réduction des habitats de chasse qu'ils engendreraient.

Abstract

Habitat and trophic resource utilisation by bats (Chiroptera) near wind farms scheduled in the Val-de-Travers (Jura Mountains, Switzerland)

In order to identify potential conflicts between wind energy development and bat conservation, we radio-tracked 20 bats belonging to 5 potentially impacted species (*Eptesicus serotinus* : N = 8 ; *Myotis myotis* : N = 4 ; *Eptesicus nilssonii* : N = 3 ; *Pipistrellus pipistrellus* : N = 3 ; *Vespertilio murinus* : N = 2) between 2012 and 2014. The study area encompassed 4 wind farms planned on the summits surrounding the Val-de-Travers (north-western Switzerland). We described individual home range of each radio-tagged bat and tested habitat selection for 6 breeding female *E. serotinus*. Furthermore, prey selection was investigated by the same breeding population. Our results revealed unexpected commuting distances (up to 24 km for *M. myotis*) associated with daily altitudinal movements : while roosting in the bottom of the valley (750 m asl.), almost all individuals foraged on the summits (*ca* 1 200 m asl.) where the wind farms are scheduled. *E. serotinus* selected semi-open habitats (pastures associated with bushes, hedges or isolated trees), a typical summit landscape, where it consumed mainly large insects (e.g. moths, cockchafers, muscids and tipulids). These results suggest that wind farm implementation could affect bat populations in the Jura Mountains negatively through collisions or reduction of foraging grounds' availability.

Zusammenfassung

Habitat – und Ressourcennutzung durch Fledermäuse (Chiroptera) in Gebieten geplanter Windkraftanlagen im Val-de-Travers (Jura, Schweiz)

Zwanzig Fledermäuse (*Eptesicus serotinus* : N = 8 ; *Myotis myotis* : N = 4 ; *Eptesicus nilssonii* : N = 3 ; *Pipistrellus pipistrellus* : N = 3 ; *Vespertilio murinus* : N = 2) wurden besendert und verfolgt zwischen 2012 und 2014, um eventuelle Auswirkungen geplanter Windkraftanlagen auf den Fledermausschutz vorherzusagen. Das Studiengebiet umfasste 4 Gipfellagen um das „Val-de-travers" (Nord-West Schweiz), welche für den Bau von Windkraftanlagen vorgesehen sind. Wir beschreiben individuelle Reviere für jedes der besenderten Tiere und testen die Habitatwahl- sowie Nahrungspräferenzen für 6 reproduktive Weibchen der Art *E. serotinus*. Unsere Ergebnisse zeigen unerwartet hohe Entfernungen täglicher Wanderungen (bis zu 24 km für *M. myotis*), in Verbindung mit täglichen vertikalen Wanderungen (von 750 m asl während der Rastzeiten im Tal auf 1 200 m asl während der Nahrungssuche auf Gipfellagen). Besonders die bevorzugte Nahrungssuche in Gipfelnähe legt bereits Auswirkungen von Windanlagen auf ansässige Fledermauspopulationen nahe. Die Art *E. serotinus* hielt sich zudem bevorzugt in halb-offenen Vegetationen auf (Grasland mit vereinzelten Büschen, Hecken oder Bäumen), um grössere Insektenarten zu jagen (z.B. Motten, Schnacken, Maikäfer und Fliegen). Diese Vegetationsform ist typisch für Gipfellagen und weist damit ebenfalls auf eine bevorzugte Nutzung dieser Gebiete hin. In Summe weisen die vorliegenden Resultate stark darauf hin, dass Windkraftanlagen, welche in den untersuchten Gebieten gebaut würden, zu negativen Effekten auf lokale Fledermauspopulationen führten, inbesonders durch die Verkleinerung von Nahrungsgebieten.

INTRODUCTION

Pour la biologie de la conservation, la caractérisation de la niche d'une espèce est cruciale si l'on veut définir sa vulnérabilité, prévoir sa distribution potentielle, évaluer sa capacité de dispersion, prédire les effets d'un changement environnemental sur ses populations ou mettre en place une stratégie de restauration ou de conservation (GUISAN *et al.*, 1998 ; HOFER *et al.*, 2001 ; ARAUJO *et al.*, 2004 ; PETERSON, 2006 ; HIRZEL & LE LAY, 2008 ; KELLER *et al.*, 2010). La sélection de l'habitat et celle des ressources alimentaires sont habituellement considérées comme les deux principales dimensions de la niche écologique des espèces (PIANKA, 1969 ; SCHOENER, 1986 ; ARELTTAZ *et al.*, 1997 ; ARLETTAZ, 1999). Elles ont été largement étudiées chez de nombreux organismes puisqu'elles reflètent leur degré de spécialisation et que l'on admet généralement qu'une spécialisation élevée a pour corollaire un risque d'extinction élevé (SIERRO & ARLETTAZ, 1997 ; OWEN & BENETT, 2000 ; GOULSON & DARVILL, 2004 ; BOYLES & STORM, 2007). Les espèces spécialistes sont en effet plus sensibles à la perte de leurs ressources que les généralistes qui peuvent habituellement se tourner vers des ressources complémentaires ou de remplacement (HARCOURT *et al.*, 2002 ; HOPKINS *et al.*, 2002).

Les chauves-souris sont des organismes vulnérables et hautement spécialisés qui figurent en bonne place sur les Listes rouges (BOHNENSTENGEL *et al.*, 2014 ; IUCN 2015). Elles sont particulièrement sensibles aux modifications environnementales. La diminution des ressources alimentaires due à l'emploi massif de pesticides, la banalisation du paysage et la destruction des gîtes sont les principales causes du déclin observé dans de nombreuses populations de chiroptères (STEBBING, 1988 ; WALSH & HARRIS, 1996a, 1996b ; BONTADINA *et al.*, 2008). Une nouvelle menace semble se profiler avec l'essor récent de l'énergie éolienne. Plusieurs études ont en effet mis en évidence un risque élevé de collision ou de barotraumatisme pour les chauves-souris en migration ou en chasse à proximité d'installations éoliennes (KUVLESKY *et al.*, 2007 ; LEUZINGER *et al.*, 2008 ; RYDELL *et al.*, 2010). De plus, l'érection d'aérogénérateurs dans des milieux proches de l'état naturel, de par la forte emprise au sol des mâts, pourrait dégrader la qualité des habitats de chasse et des ressources trophiques, tant pour les chiroptères que pour d'autres organismes (BRAUNISCH *et al.*, 2015).

Dans le Jura neuchâtelois et vaudois (Suisse occidentale), l'implantation de plusieurs parcs éoliens est projetée pour un futur proche. Le haut Val-de-Travers en particulier devrait être à terme entouré par 4 parcs éoliens totalisant environ 80 turbines. Dans cette région, les espèces les plus susceptibles d'être impactées par ce développement sont les sérotines boréale *Eptesicus nilssonii*, commune *E. serotinus* et bicolore *Vespertilio murinus* ainsi que la pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* et le grand murin *Myotis myotis*. *V. murinus* et *E. nilssonii* sont deux espèces aériennes rapides pouvant voler à plusieurs dizaines voire centaines de mètres de hauteur (AHLÉN, 1990), donc en théorie sujettes à des collisions avec les éoliennes. De plus, leurs populations jurassiennes, situées en bordure de leur aire de distribution mondiale (MOESCHLER *et al.*, 1986 ; MOESCHLER & BLANT, 1987), sont considérées comme particulièrement vulnérables (BOHNENSTENGEL *et al.*, 2014). *P. pipistrellus*, au contraire, est l'espèce la plus abondante dans la région d'étude (non publ.) ; considérée comme ubiquiste (BOHNENSTENGEL *et al.*, 2014), elle doit permettre d'évaluer si la promotion de l'énergie éolienne pourrait également affecter les espèces répandues. *M. myotis* est une espèce très endurante, capable de parcourir chaque nuit de très grandes distances (25 km, ARLETTAZ, 1999). Il s'agit donc d'un bon modèle pour évaluer l'étendue spatiale des impacts potentiels d'un parc éolien. Finalement, *E. serotinus* constitue une espèce modèle de choix dans le sens où son écologie, sans être hautement spécialisée,

présente néanmoins des exigences particulières quant à la qualité de l'habitat (présence de structures paysagères diversifiées) (CATTO *et al.*, 1996; KERVYN *et al.*, 1997; ROBINSON & STEBBINGS, 1997; VERBOOM & HUITEMA, 1997; SCHMIDT, 2000), exigences que l'on retrouve chez un grand nombre d'espèces de chiroptères (BOHNENSTENGEL *et al.*, 2014). De plus, une colonie de cette espèce est connue dans le haut Val-de-Travers. Entourée par les sites d'implantation des 4 futurs parcs éoliens, elle est donc idéalement située pour vérifier l'hypothèse d'une réduction de la surface des terrains de chasse induite par les installations éoliennes. *E. serotinus* est en effet connue pour chasser jusqu'à environ 7 km de ses gîtes (KERVYN *et al.*, 1997; ROBINSON & STEBBINGS, 1997) alors que les turbines les plus proches de la colonie ne devraient se trouver qu'à environ 2 km. Notre étude vise donc à décrire l'utilisation de l'espace par ces 5 espèces cibles et à caractériser de manière plus approfondie la niche de la sérotine commune dans le haut Val-de-Travers afin d'évaluer les risques que les chiroptères encourent face au développement des infrastructures éoliennes.

BUTS DE L'ÉTUDE

Sélection de l'habitat de chasse

Le premier volet de l'étude a pour objectif de définir quels habitats sont sélectionnés préférentiellement par les sérotines communes en chasse à proximité des futurs parcs éoliens. Ces informations permettront d'évaluer dans quelle mesure la construction d'éoliennes pourrait réduire la surface des habitats de chasse disponibles pour les chiroptères.

Sélection des proies

Le second volet doit permettre d'identifier les catégories de proies préférentiellement consommées par *E. serotinus* au sein des habitats exploités. Ce volet permet d'affiner la compréhension des mécanismes de sélection de l'habitat par les chiroptères durant leurs chasses nocturnes et d'évaluer leurs facultés d'adaptation face aux changements environnementaux induits par l'installation des parcs éoliens.

Rayon d'action

Le dernier volet a pour but de cartographier les déplacements de plusieurs espèces de chiroptères et de déterminer la distance maximale qu'ils peuvent atteindre en une nuit de chasse, à partir de leurs gîtes diurnes. Une fois les habitats préférentiels connus, ces distances permettront d'évaluer dans quel rayon les colonies de chiroptères risquent d'être affectées par la mise en place des parcs éoliens.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sélection de l'habitat de chasse

La sélection de l'habitat a été étudiée par radio-télémétrie, sur une colonie d'élevage d'une quarantaine d'*Eptesicus serotinus* femelles adultes située à Saint-Sulpice/NE (alt. 775 m, coord. 532685 195830). La sérotine commune est une espèce robuste qui supporte bien la pose d'émetteurs. Six femelles adultes ont été capturées lors de l'émergence crépusculaire entre le 3 juin et le 8 juillet 2013. Les chauves-souris ont été interceptées sur leur route de vol, à environ 30 m du gîte, à l'aide d'un filet japonais mobile de 6 m de haut x 3 m de long actionné par 2 personnes. Chaque individu a été mesuré (avant-bras), pesé, sexé, âgé et bagué. Son état physiologique (gravide, allaitante ou nullipare) a été déterminé. Les individus les plus grands et/ou lourds ont été équipés d'un émetteur de 0,9 g (type BD-2, Holohil Systems Ltd, Canada). Le poids de l'émetteur représentait au maximum 4,3 % du poids de l'animal (en moyenne 23,1 g ± 2,2 g, n = 6). D'une durée de vie théorique de 42 jours, les émetteurs ont été collés sur le dos de l'animal au moyen d'une colle chirurgicale souple (Skind Bond, Smith & Nephew Inc., Florida) et assurés (dans 4 cas

sur 6) par un collier de toile isolante muni d'un point de rupture. La tenue de l'émetteur sur la chauve-souris était en moyenne de 5,5 jours (SD = 2,1, n = 6) et n'a pas pu être améliorée avec le collier (5,25 ± 2,5 jours, n = 4, contre 6 ± 1,4 jour, n = 2, sans collier).

Les chauves-souris ont été suivies à l'aide d'un récepteur R-1000 (Communication Specialists Inc., USA) et d'une antenne à main directionnelle (HB9CV, Andreas Wagener Telemetrieanlagen, Allemagne), selon la méthode de l'approche (homing-in on the animal), en voiture (munie d'une antenne omnidirectionnelle M285 Midland, Cte International s.r.l, Italie) et à pied, durant un total de 33 nuits ; 22 nuits ont fourni des données utilisables. Chaque localisation a été reportée sur un extrait de carte topographique au 1:10000, avec mention de sa précision (6 : contact visuel, 5 : < 50 m, 4 : < 100 m, 3 : < 1 km, 2 : < 3 km, 1 : > 3 km). Seules les localisations d'une précision ≥ 4 ont été utilisées pour les analyses ultérieures. Afin d'éviter une autocorrélation des données, deux localisations successives étaient séparées d'au moins 10 minutes, laps de temps suffisant pour permettre à une sérotine volant à 35 km/h (Norberg, 1987) de parcourir environ 6 km, donc d'atteindre n'importe quel point de son domaine de chasse.

La surface du domaine de chasse de la colonie a été déterminée par la méthode du polygone convexe minimum entourant la totalité des localisations des 6 individus suivis (PCM 100 %). La configuration spatiale du domaine de chasse ainsi que l'utilisation de l'habitat ont été décrites par la méthode des quadrats : une grille (taille des mailles = 1 ha) est superposée à la région d'étude et chaque localisation (de précision 6, 5 ou 4, soit < 100 m) est attribuée à un quadrat. Le nombre de localisations par quadrat est finalement cartographié.

La sélection de l'habitat de chasse a été testée par comparaison de l'utilisation effective des différents habitats (proportion des localisations par habitat) avec leur disponibilité (surface relative de chaque habitat dans le PCM), au moyen des intervalles de confiance de Bonferroni, calculés autour de la proportion d'utilisation, selon la méthode de Byers *et al.* (1984). La sélection des structures paysagères linéaires (haies et lisières) a été testée (tests non paramétriques de Mann-Whitney) par comparaison de leur densité (m/ha) dans les quadrats utilisés (N = 277) d'une part et disponibles dans l'ensemble du PCM (N = 2558) d'autre part.

Toutes les analyses spatiales et cartographiques ont été réalisées au moyen du logiciel ArcGis 10.1 et les tests statistiques au moyen du logiciel Xlstat version 2013.

Sélection des proies

Afin de pouvoir mettre en relation sélection des proies et sélection de l'habitat, nous avons procédé aux analyses du régime alimentaire parallèlement aux suivis radio-télémétriques, sur la même colonie d'*E. serotinus* (Saint-Sulpice/NE, voir ci-dessus) et durant la même période (été 2013). Le guano a été récupéré sur des feuilles de plastique étendues sur le plancher du comble occupé par la colonie, à l'aplomb des points d'accrochage préférentiels de l'essaim. Cinq échantillons de guano ont été prélevés à intervalle de 2 semaines environ, du 18 juin au 13 août 2013. Dans chaque échantillon, 10 fèces ont été sélectionnées aléatoirement, ramollies dans un peu d'eau et disséquées sous la loupe binoculaire (grossissement 10-40X) au moyen de deux brucelles fines. Les fragments d'insectes ont été identifiés au niveau de l'ordre ou de la famille, par comparaison avec les insectes entiers piégés durant la même période (5, 7 et 8 juillet 2013) sur les terrains de chasse (localisés par radio-télémétrie, voir plus haut). Des compléments d'identification ont été réalisés à l'aide du guide de Shiel *et al.* (1997). Les différentes catégories de proies trouvées dans le guano ont été quantifiées en % du volume

total de la crotte disséquée, avec une précision de ± 5-10 %.

L'offre alimentaire a été évaluée par piégeage nocturne des insectes présents sur les terrains de chasse de la colonie étudiée. Les deux habitats les plus utilisés par les sérotines ont été échantillonnés, à savoir les haies et les pâturages. Dans chacun d'eux, un piège lumineux (lumière blanche riche en UV puis jaune) a été installé (de 22 h à 00 h le 8 juillet 2015, à proximité d'une haie et de 22 h à 00 h le 7 juillet 2015, au milieu d'un pâturage) pour y échantillonner les diptères et les lépidoptères. En parallèle, les arthropodes non volants ont été capturés à l'aide d'un filet-fauchoir, sur le feuillage de la haie d'une part (5 juillet 2015) et dans la strate herbacée du pâturage d'autre part (7 juillet 2015). Les arthropodes récoltés dans chaque habitat ont été conservés dans l'alcool, puis triés selon l'ordre ou la famille; leur biomasse a été déterminée au moyen d'une balance analytique (précision ± 0,001 g) après dessiccation durant 1 semaine dans une étuve à 50 °C.

La sélection alimentaire a été évaluée par comparaison de la proportion des proies consommées (en % du volume trouvé dans le guano) avec la proportion des proies disponibles dans le milieu (en % de la biomasse sèche des insectes capturés). La surexploitation ou la sous-exploitation de certaines proies indiquerait une stratégie sélective, tandis qu'une bonne corrélation (coefficient de Spearman) entre consommation et disponibilité serait la signature d'une utilisation opportuniste des ressources alimentaires (ARLETTAZ, 1995).

Rayon d'action

La distance à laquelle les chauves-souris en chasse s'éloignent de leur gîte a été mesurée par suivi radio-télémétrique (voir plus haut) d'un maximum d'individus appartenant aux espèces cibles (*E. serotinus*, *E. nilssonii*, *V. murinus*, *P. pipistrellus* et *M. myotis*). Soit les animaux ont été capturés à leur gîte et suivis jusqu'à leurs zones de chasse (cas de gîtes connus *a priori*, voir ci-dessus), soit les animaux ont été capturés sur les zones de chasse et suivis jusqu'à leur gîte diurne (inconnu *a priori*). Dans ce second cas, les captures ont été réalisées au moyen de filets japonais tendus au travers de plans d'eau potentiellement utilisés comme abreuvoir.

Au total, 20 chauves-souris ont été radio-pistées (8 *E. serotinus*, 4 *Myotis myotis*, 3 *Eptesicus nilssonii*, 3 *Pipistrellus pipistrellus* et 2 *Vespertilio murinus*). Différents modèles d'émetteurs (Holohil Systems Ltd, Canada) ont été utilisés afin que leur poids (min 0,22 g, max 1,2 g) ne dépasse pas les 5 % du poids des animaux suivis. Le logiciel ArcGis 10.1 a été utilisé pour cartographier les localisations télémétriques de chaque espèce et calculer l'éloignement maximal entre zones de chasse et gîtes.

RÉSULTATS

Sélection de l'habitat

Les 6 sérotines communes suivies par radio-télémétrie du 3 juin au 14 juillet 2013, toutes femelles adultes (4 allaitantes et 2 de condition physiologique incertaine), ont exploité un domaine de chasse de 25,4 km^2 (PCM 100 %) centré sur le village des Bayards/NE à environ 3 km au nord-ouest de la colonie (fig. 1). La majorité des localisations de sérotines en chasse ont été effectuées à une distance de 2 à 4 km du gîte (fig. 2), au-dessus des prés et des pâturages d'une vaste zone bocagère (fig. 3). Parmi les habitats disponibles à l'intérieur du PCM, les sérotines ont sélectionné positivement les prés et les pâturages ainsi que les forêts clairsemées et les zones buissonnantes (intervalles de confiance de Bonferroni, $p = 0{,}05/8 = 0{,}00625$); elles ont évité la forêt dense ($p = 0{,}00625$) et les zones d'habitations ont été utilisées conformément à leur disponibilité ($p > 0{,}00625$, n.s.) (tabl. 1). Parmi ces habitats, les chauves-souris n'ont pas sélectionné particulièrement les

Habitat	Disponibilité (proportion)	Utilisation (proportion P_i)	Intervalles de confiance pour P_i	Sélection (p = 0,00625)
Pré/Pâturage	0,543	0,661	$0,590 < P_1 < 0,732$	+
Forêt	0,382	0,177	$0,120 < P_2 < 0,234$	-
Forêt clairsemée	0,042	0,116	$0,068 < P_3 < 0,164$	+
Zone d'habitations	0,034	0,047	$0,015 < P_4 < 0,079$	n.s.

Tableau 1. Sélection de l'habitat par les 6 sérotines communes femelles de St-Sulpice.

Disponibilité : proportion de la surface disponible de chaque habitat au sein du PCM. Utilisation : proportion des localisations effectuées dans chaque habitat. + = préférence ; - = évitement ; n.s. = pas de sélection significative.

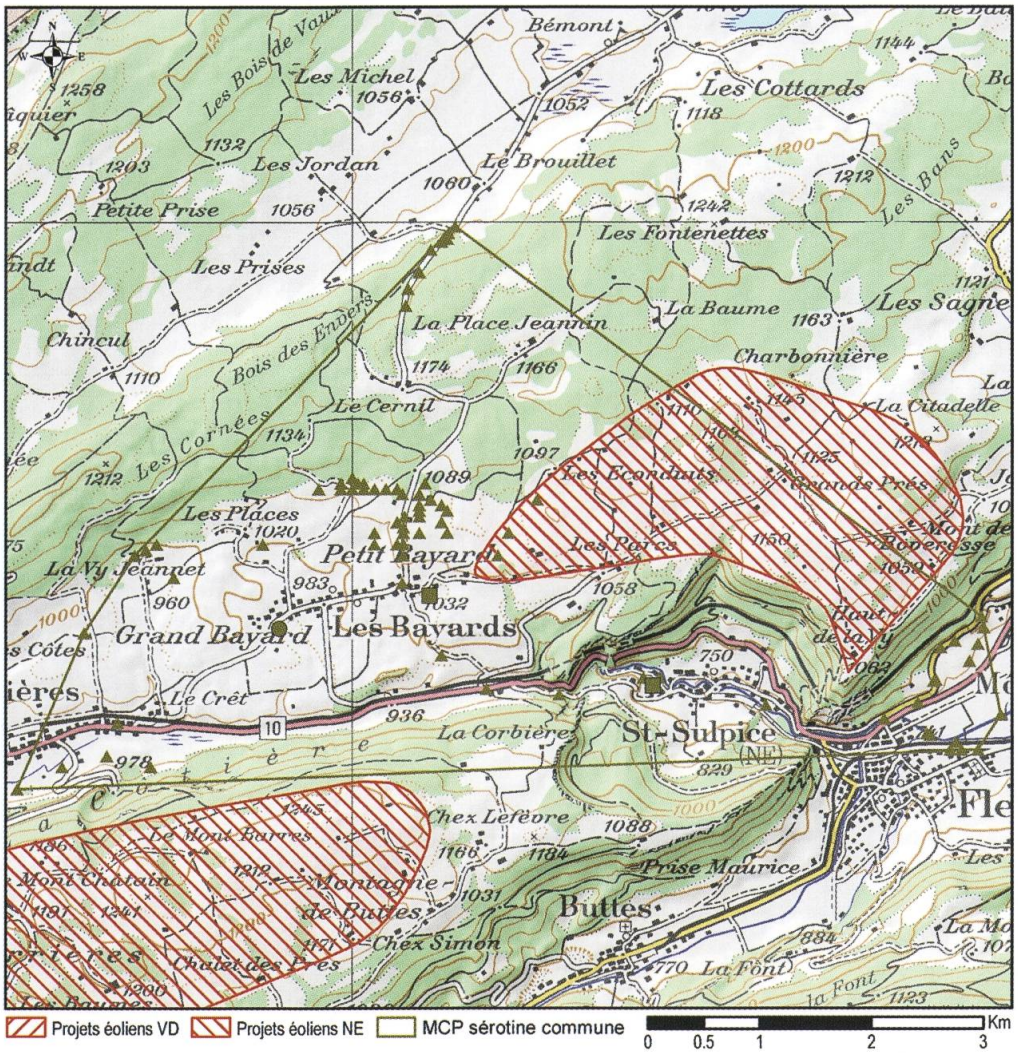

Figure 1. Occupation de l'espace par les *6 E. serotinus* suivies par radio-télémétrie en 2013 et par le mâle et la femelle supplémentaires suivis en 2014

Rond : site de capture sur abreuvoir ; carrés : gîtes diurnes ; triangles : localisations radio-télémétriques attribuées à une activité de chasse.

Zones hachurées en rouge : secteurs d'implantation des parcs éoliens.

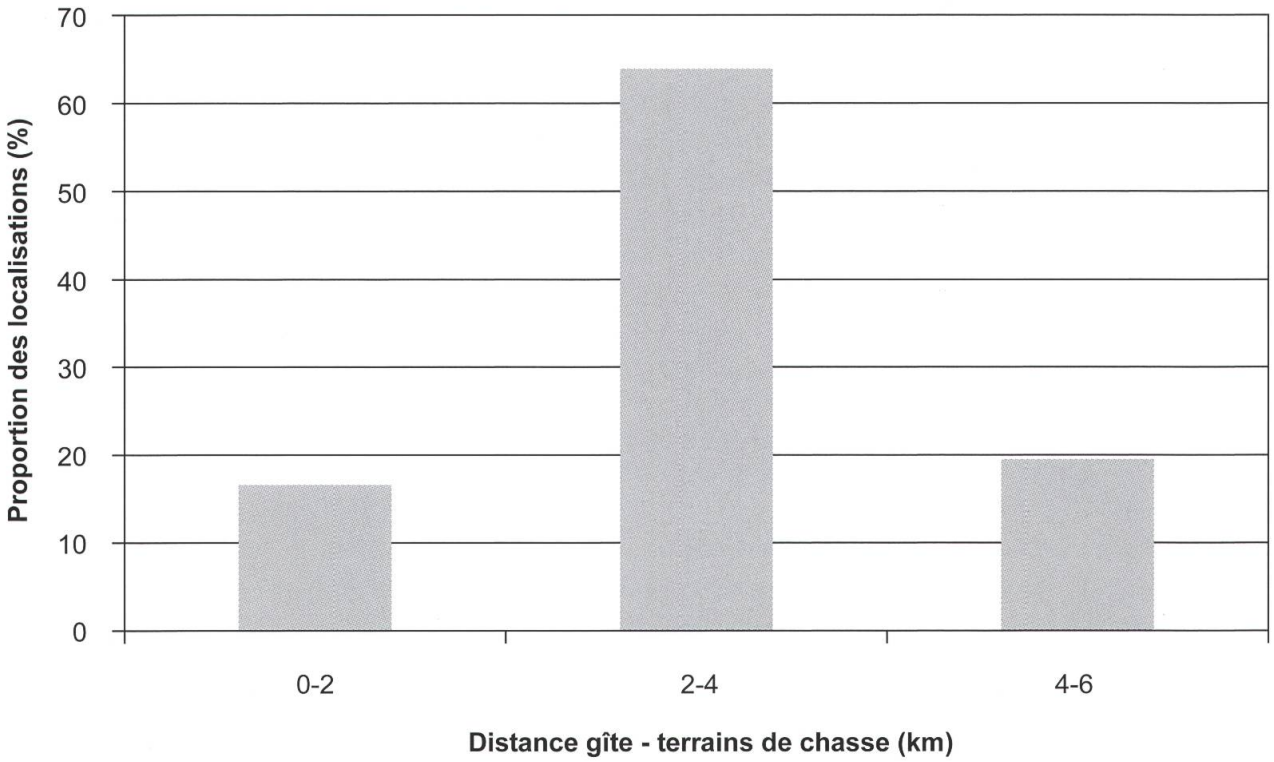

Figure 2. Éloignement des terrains de chasse des sérotines communes par rapport à leur colonie.

Figure 3. Aperçu du bocage où les sérotines communes de Saint-Sulpice chassent préférentiellement. L'alternance de prés, de pâturages peu intensifs et de buissons épineux y est bien visible.

haies puisque leur densité (moyenne ± SD) ne différait pas significativement entre quadrats utilisés et disponibles (0,237 ± 0,422 m/ha *vs* 0,239 ± 0,402 m/ha; Mann-Whitney, U = 345 907,5, p = 0,771, n.s.). Par contre, la densité des lisières (moyenne ± SD) était plus importante dans les quadrats utilisés que dans l'ensemble du PCM (0,460 ± 0,639 m/ha *vs* 0,403 ± 0,641 m/ha; Mann-Whitney, U = 377 368,5, p = 0,021).

Sélection des proies

Les sérotines communes de Saint-Sulpice ont consommé, durant l'été 2013, principalement des Coléoptères (hannetons), des Lépidoptères nocturnes, des Diptères nématocères (tipules) et des Diptères brachycères (muscidés). Le volume relatif des proies consommées par les chauves-souris et la biomasse relative des insectes piégés le long des haies comprises dans leur territoire de chasse étaient significativement corrélés (r_s = 0,654, n = 18 catégories de proies, p = 0,003, fig. 4). Par contre, le volume des proies n'était pas corrélé à la biomasse des insectes piégés dans les prés et les pâturages (r_s = 0,279, n = 18 catégories de proies, p = 0,261, n.s., fig. 5). Le tableau 2 résume les données de sélection alimentaire.

Catégories de proies	Proies piégées dans les prés (% de la biomasse)	Proies piégées dans les haies (% de la biomasse)	Proies consommées (% du volume dans le guano)
Nematocera	0,24	5,54	14,31
Brachycera	27,49	21,49	11,31
Lepidoptera imagines	4,86	35,25	25,45
Lepidoptera larvae	1,78	0,00	0,00
Coleoptera	6,52	25,35	26,84
Hymenoptera	2,73	1,88	1,47
Heteroptera	44,31	4,16	8,46
Aphidoidea	0,00	0,79	0,20
Cicadelloidea	1,54	0,10	0,00
Mecoptera	0,00	0,69	0,00
Nevroptera	0,00	1,09	0,61
Dermaptera	1,66	0,00	0,00
Caelifera	2,61	0,00	0,00
Ensifera	5,81	0,00	0,00
Trichoptera	0,00	0,00	9,15
Isopoda	0,00	2,67	0,00
Arachnida	0,47	0,99	0,00
Indéterminé	0,00	0,00	2,20
Total	100,00	100,00	100,00

Tableau 2. Comparaison entre disponibilité et consommation des proies dans deux milieux différents (prés *vs* haies).

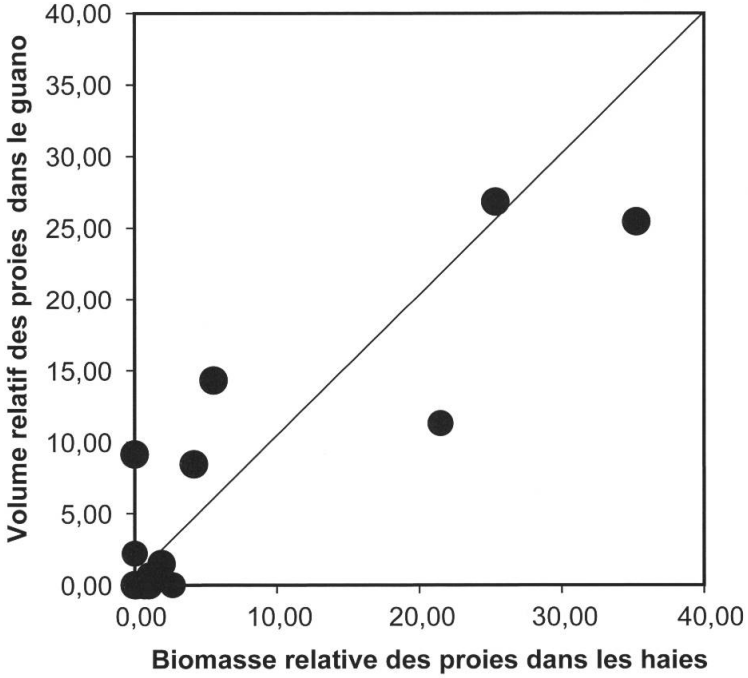

Figure 4. Comparaison entre disponibilité et consommation des proies près des haies.

La corrélation est significative (voir texte).

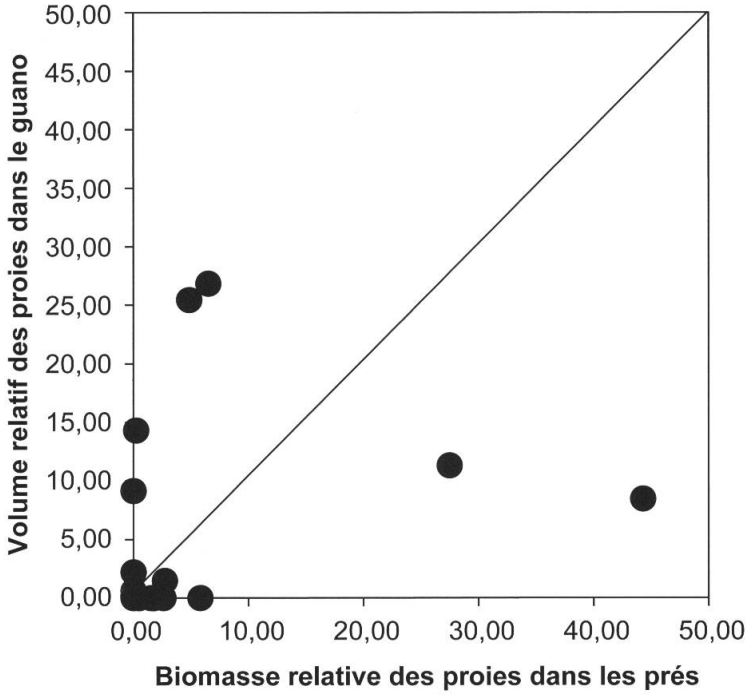

Figure 5. Comparaison entre disponibilité et consommation des proies dans les prés et les pâturages.

La corrélation n'est pas significative (voir texte).

Rayon d'action

Les suivis radio-télémétriques ont montré que le rayon d'action des chauves-souris variait selon les espèces. Les chauves-souris en chasse s'éloignaient en moyenne (médianes) de 1,2 km (*E. nilssonii*) à 5,3 km (*V. murinus*) de leurs gîtes (tabl. 3). Si l'on considère les distances maximales parcourues, il apparaît que toutes les espèces peuvent chasser à plus de 5 km de leurs gîtes (de 5,3 km pour *V. murinus* à 23,6 km pour *M. myotis*) (tabl. 3). Relevons que la petite *P. pipistrellus* peut chasser à près de 7 km de ses gîtes.

Les sérotines boréales suivies (1 femelle et 2 mâles) occupaient un domaine relativement vaste s'étendant des Bayards à la Côte-aux-Fées et passant par la Montagne de Buttes. Un des mâles était cantonné dans le secteur du Noirvaux (fig. 6). Les sérotines communes (6 femelles suivies en 2013 et 1 mâle

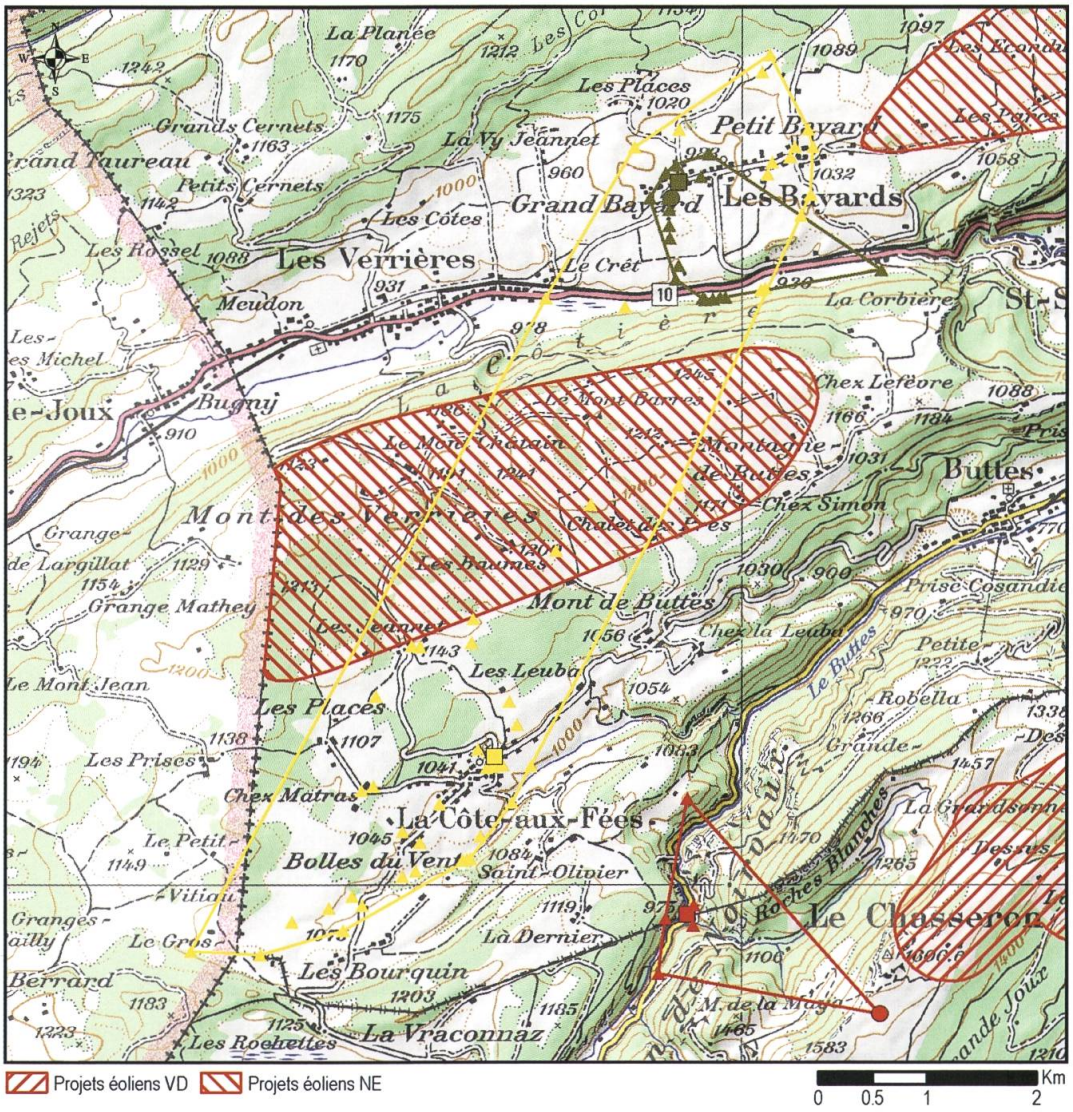

Figure 6. Occupation de l'espace par 3 sérotines boréales suivies par radio-télémétrie.

En jaune : femelle 1 ; en vert : mâle 1 ; en rouge : mâle 2. Ronds : sites de capture sur abreuvoir ; carrés : gîtes diurnes ; triangles : localisations radio-télémétriques attribuées à une activité de chasse. Zones hachurées en rouge : secteurs d'implantation des parcs éoliens.

Espèce	dist_min	dist_max	médiane	n_loc	n_ind
Pipistrellus pipistrellus	624	6 851	3 630	54	3
Myotis myotis	201	23 602	3 472,5	16	4
Eptesicus nilssonii	0	8 390	1 225,5	180	3
Eptesicus serotinus	0	5 761	2 841	148	8
Vespertilio murinus	5 291	5 291	5 291	1	2

Tableau 3. Distances séparant les zones de chasse des gîtes chez les 5 espèces suivies par radio-télémétrie. Distances (en m) minimale (dist_min) et maximale (dist_max), médiane, nombre de localisations (n_loc) et nombre d'individus suivis (n_ind).

et 1 femelle suivis en 2014) allaient chasser au nord des Bayards et du Cernil, entre Fleurier et Boveresse, ainsi qu'à l'est des Verrières (fig. 1). D'une manière générale, les suivis radio-télémétriques et les captures aux abreuvoirs ont montré que toutes les 5 espèces cibles établissaient des gîtes diurnes au fond des vallées ou au pied du Jura et montaient la nuit sur les crêtes pour chasser (fig. 7).

DISCUSSION

Même si la précision des localisations radio-télémétriques n'était souvent pas meilleure que l'hectare, nos résultats montrent sans équivoque que les sérotines communes sélectionnent les secteurs de bocage où alternent prés de fauche ou pâturages et haies ou massifs de buissons épineux (*Rosa spp*, *Crataegus spp*) (fig. 3). Plusieurs contacts visuels avec les individus suivis ou d'autres individus non marqués permettent de confirmer ces résultats. La dépendance d'*E. serotinus* pour des milieux semi-ouverts et richement structurés, déjà observée par plusieurs auteurs (CATTO *et al.*, 1996 ; KERVYN *et al.*, 1997 ; ROBINSON & STEBBINGS, 1997 ; VERBOOM & HUITEMA, 1997 ; SCHMIDT, 2000), est une nouvelle fois confirmée par nos résultats. À l'instar de plusieurs études (ROBINSON & STEBBINGS, 1993 ; CATTO *et al.*, 1994 ; BECK, 1995), nous avons montré que les sérotines communes exploitent surtout des insectes de relativement grande taille (papillons de nuit, hannetons et mouches). Considérant que la plupart des espèces de Vespertilionidae, sinon toutes, chassent de manière opportuniste (ARLETTAZ, 1995), l'étroite corrélation observée entre régime et abondance des proies dans les haies suggère que les chauves-souris chassent préférentiellement le long de telles structures linéaires, même si les localisations télémétriques – pas assez précises – n'ont pu le démontrer. De manière similaire, l'absence de relation significative entre les proies consommées et leur abondance dans les prés et les pâturages indiquerait que les chauves-souris y chassent moins souvent. Néanmoins, les pâturages et les prés secs constituent certainement aussi un réservoir trophique non négligeable, de par les diptères que le bétail attire et de par l'entomofaune diversifiée que l'on observe à proximité des affleurements rocheux, peu voire jamais amendés. La consommation de nombreuses mouches d'une part et de quelques ichneumons et punaises d'autre part semble confirmer cette dernière hypothèse.

L'utilisation de l'espace par les autres espèces étudiées suggère, malgré le faible nombre d'individus suivis, qu'elles aussi recherchent des habitats structurés et riches en insectes. En effet, malgré qu'ils gîtaient

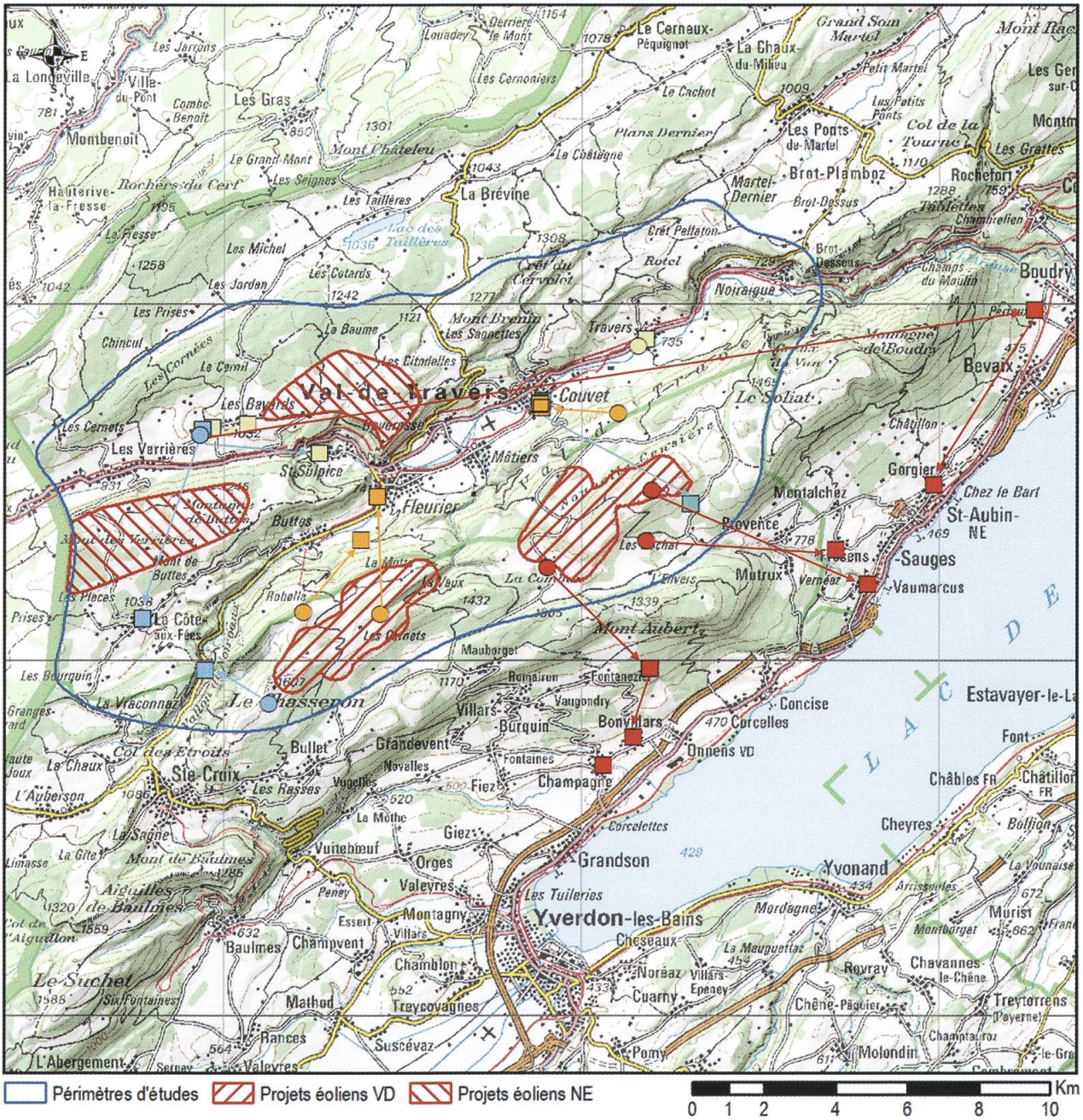

Figure 7. Localisation des gîtes (carrés) et des abreuvoirs (ronds) utilisés par les 5 espèces cibles.
En rouge : *Myotis myotis* ; en gris : *Vespertilio murinus* ; en jaune : *Pipistrelleus pipistrellus* ; en vert : *Eptesicus serotinus* ; en bleu : *E. nilssonii*.

au fond de la vallée (sérotines et pipistrelles) ou au pied du Jura (grands murins), tous les individus radio-pistés montaient chasser sur les crêtes durant la nuit. Ce comportement s'explique très probablement par des facteurs climatiques et trophiques : les chauves-souris établissent leurs gîtes dans les secteurs de basse altitude, thermiquement favorables (JABERG & GUISAN, 2001), mais probablement peu propices à la chasse en raison de la banalité du paysage, de l'agriculture trop intensive ou d'un taux d'urbanisation élevé (FISCHER *et al.*, 2015). Durant la nuit, elles sont donc vraisemblablement contraintes à parcourir de

grandes distances jusque sur les crêtes pour trouver des terrains de chasse encore épargnés par les activités humaines et suffisamment riches en proies. Les pâturages boisés des secteurs de crêtes présentent en effet une structure semi-ouverte similaire au bocage exploité par *E. serotinus* aux Bayards et abritent des ressources trophiques abondantes en été (gros tipulidés notamment; obs. pers.).

Les sérotines communes et les pipistrelles communes observées visuellement chassaient à une dizaine de mètres au-dessus du sol, ce qui rend peu probable une collision directe avec les pales des éoliennes. Le grand murin, une espèce glaneuse au sol, ne devrait pas non plus être concerné par le risque de collision directe, du moins durant la chasse. Par contre, les travaux de terrassement liés à l'installation des turbines sont susceptibles de réduire la surface disponible des habitats favorables aux chauves-souris (arrachage de haies et de buissons, destruction de prés et de pâturages secs par le bétonnage des routes d'accès ou du socle des mâts) (BRAUNISCH *et al.*, 2014). Or, une réduction qualitative et quantitative des habitats de chasse est connue pour avoir un impact négatif sur la dynamique des populations de chiroptères (BONTADINA *et al.*, 2008).

Pour les espèces de haut vol (sérotines boréales et bicolores principalement), à la dégradation de l'habitat de chasse s'ajoute un risque très élevé de collision directe ou de barotraumatisme. Ces espèces sont en effet connues pour voler rapidement (35-40 km/h) et à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol ou de la canopée (NORBERG, 1987; AHLÉN, 1990; JABERG, 1998). À raison d'une mortalité de 8 individus par an et par turbine (LEUZINGER *et al.*, 2008), les populations de ces espèces, déjà fragilisées par leur situation marginale à l'extrémité occidentale de leur aire de répartition mondiale (MOESCHLER *et al.*, 1986; MOESCHLER & BLANT, 1987; SAFI, 2006), pourraient subir une forte diminution (BOHNENSTENGEL *et al.*, 2014).

Tenant compte des risques de collision directe d'une part et de dégradation quantitative et qualitative des habitats de chasse d'autre part, deux zones de conflit «éoliennes – Chiroptères» semblent se dessiner. Premièrement, le parc du Mont de Boveresse compte plus de 50% de sa surface à l'intérieur du territoire de chasse des sérotines communes, même si peu de localisations précises tombent effectivement à l'intérieur de son périmètre (fig. 1). Il est hautement vraisemblable que les individus chassant entre Fleurier et Boveresse empruntent une route de vol passant par le Mont de Boveresse – Les Parcs pour rejoindre les Bayards par l'est (obs. pers.). Les éoliennes de ce premier parc constitueraient donc probablement un obstacle pour ces individus. De plus, le faible pourcentage des individus suivis (env. 10% de la colonie) n'a certainement pas permis de mettre en évidence tous les terrains de chasse de la colonie. Le secteur situé entre Les Parcs et La Citadelle abrite en effet de vastes bocages potentiellement très attractifs pour les sérotines communes, de structure similaire et en continuité géographique avec ceux des Bayards. Il est donc raisonnable de penser que l'ensemble du périmètre du parc éolien du Mont de Boveresse est utilisé comme terrain de chasse par les sérotines communes du Val-de-Travers. Deuxième zone conflictuelle, le parc du Mont des Verrières – Montagne de Buttes se trouve exactement sur le corridor emprunté par les sérotines boréales entre les Bayards et la Côte-aux-Fées (fig. 6). Considérant le comportement de vol de cette espèce, nous jugeons très élevés les risques de collision directe avec les pales des aérogénérateurs.

Vu les très grandes distances parcourues par les chauves-souris radio-pistées, d'autres parcs éoliens pourraient aussi interférer avec leurs terrains de chasse. Relevons par exemple que si les grands murins chassent jusqu'à une distance de 25 km de leur gîte, l'ensemble des colonies du pied sud du Jura situées entre La Sarraz et Neuchâtel sont potentiellement impactées par les 4 parcs éoliens encerclant le Val-de-Travers. En suivant le

même raisonnement, et en admettant que les sérotines boréales chassent à 8,5 km de leurs gîtes, la totalité des colonies du Val-de-Travers et la moitié de celles des vallées de la Brévine et des Ponts seraient touchées. Si l'on tient encore compte des parcs du Crêt-Meuron-Joux-du-Plâne (Val-de-Ruz), c'est la quasi-totalité des colonies du Jura neuchâtelois qui serait potentiellement affectée par les turbines. Seules des colonies situées dans le secteur de La Chaux-du-Milieu-Le Cerneux-Péquignot seraient épargnées.

CONCLUSION

Tenant compte de la très grande mobilité des chauves-souris étudiées dans ce travail (rayon d'action jusqu'à 25 km) et considérant que les futurs parcs éoliens peuvent affecter ces animaux soit par collision directe et barotraumatisme (espèces de haut vol comme les sérotines boréales et bicolores), soit indirectement par dégradation quantitative et qualitative de leurs habitats de chasse (bocage, prés et pâturages secs), un très fort pourcentage des colonies actuellement connues dans le Jura neuchâtelois et au pied du Jura est potentiellement menacé par la mise en service des aérogénérateurs neuchâtelois et vaudois. Cette constatation est d'autant plus préoccupante que toutes les espèces concernées, sauf la pipistrelle commune, sont des espèces dont la conservation est jugée prioritaire (priorité 1, OFEV, 2011) si l'on veut enrayer le déclin de la biodiversité en Suisse (OFEV, 2012a, 2012b).

La mise en place de parcs éoliens devrait donc (1) être évitée dans les secteurs à valeur paysagère élevée (bocages du secteur du Mont de Boveresse, prés et pâturages secs du Gurnigel et du Chasseron), (2) envisager une réduction de la densité des éoliennes dans les secteurs de fort transit d'espèces de haut vol (Montagne de Buttes et Nouvelle Censière – Provence) et (3) s'accompagner impérativement de mesures de compensation telles que recréation de surfaces bocagères par plantation de haies et de massifs de buissons épineux, extensification et arrêt de l'épandage sur des surfaces choisies de prés et de pâturages (affleurements rocheux p. ex.), mise sous protection stricte des colonies de reproduction connues (annonce obligatoire des rénovations de toitures au SFFN, modification de la structure des toitures à éviter strictement), aménagements de toitures potentiellement colonisables par les chauves-souris et poursuite du monitoring des populations de chiroptères à moyen ou à long terme. D'autre part, afin de réduire le risque d'impact direct pour les chiroptères en chasse, les turbines devraient être arrêtées lorsque le vent est nul ou faible, quel que soit l'emplacement du parc éolien considéré.

Finalement, afin de pouvoir évaluer plus précisément l'impact des parcs éoliens sur la dynamique des populations de chiroptères, une étude quantitative devrait être menée sur les colonies du pied du Jura et du fond des vallées pour déterminer quel pourcentage des individus monte chasser sur les crêtes et serait susceptible d'être affecté par les installations éoliennes.

REMERCIEMENTS

Robin Arnoux, Jean-Daniel Blant, Eva Inderwildi, Jennifer Iseli et Valéry Uldry ont effectué les captures. Bastien Amez-Droz et Valéry Uldry ont participé aux suivis radio-télémétriques. Claudia Stephan a corrigé et traduit les résumés anglais et allemand. Toutes les manipulations de chauves-souris ont été faites avec l'autorisation du SFFN de l'État de Neuchâtel. Les données d'utilisation du sol ont été fournies par le SITN. Le financement a été assuré conjointement par l'OFEV et l'État de Neuchâtel (SFFN) (RPT 2012-2015). Une grande part des suivis radio-télémétriques ont été réalisés dans le cadre de la thèse de Bachelor de Rachel Ahlin à l'hepia, Genève, tandis que les analyses fécales et les piégeages entomologiques ont été effectués par Rémy Pétremand dans le cadre de son travail de Maturité au LLDR, Neuchâtel.

RÉFÉRENCES

AHLÉN, I. 1990. Identification of bats in flight. *Swedish Society for Conservation of Nature and The Swedish Youth Association for Environmental Studies and Conservation. Stockholm.*

ARAÚJO, M.B., CABEZA, M., THUILLER, W., HANNAH, L. & WILLIAMS, P.H. 2004. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology* 10 : 1618-1626.

ARLETTAZ, R. 1995. Ecology of the sibling mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*): zoogeography, niche, competition, foraging. *Horus Publishers. Martigny, Switzerland.*

ARLETTAZ, R. 1999. Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii. Journal of Animal Ecology* 68 : 460-471.

BECK, A. 1995. Fecal analyses of European bat species. *Myotis* 32-33 : 109-119.

BOHNENSTENGEL, T., KRÄTTLI, H., OBRIST, M.K., BONTADINA, F., JABERG, C., RUEDI, M. & MOESCHLER, P. 2014. Liste rouge Chauves-souris. Espèces menacées de Suisse, état 2011. L'environnement pratique 1412. *Office fédéral de l'environnement. Berne ; Centre suisse de cartographie de la faune. Neuchâtel ; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris. Genève et Zurich ; Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Birmensdorf.*

BONTADINA, F., SCHMIED, S.F., BECK, A. & ARLETTAZ, R. 2008. Changes in prey abundance unlikely to explain the demography of a critically endangered Central European bat. *Journal of Applied Ecology* 45 : 641-648.

BOYLES, J.G. & STORM, J.J. 2007. The Perils of Picky Eating: Dietary Breadth Is Related to Extinction Risk in Insectivorous Bats. *PloS ONE 2 (7) : e672. doi : 10.1371/journal. pone.0000672.*

BRAUNISCH, V., COPPES, J. , BÄCHLE, S. & SUCHANT, R. 2015. Underpinning the precautionary principle with evidence: A spatial concept for guiding wind power development in endangered species' habitats. *Journal for Nature Conservation* 24 : 31-40.

CATTO, C.M.C, HUTSON, A.M. & RACEY, P.A. 1994. The diet of *Eptesicus serotinus* in Southern England. *Fol. Zool.* 43 (4) : 307-314.

CATTO, C.M.C, HUTSON, A.M., RACEY, P.A. & STEPHENSON, P.J. 1996. Foraging behaviour and habitat use of serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in southern England. *J. Zool. (Lond.)* 238 : 623-633.

FISCHER, M., ALTERMATT, F., ARLETTAZ, R., BARTHA, B., BAUR, B., BERGAMINI, A., BERSIER, L.-F., BIRRER, S., BRAUNISCH, V., DOLLINGER, P., EGGENBERG, S., GONSETH, Y., GUISAN, A., GUNTERN, J., GUTSCHER, H., HERZOG, F., HUMBERT, J.-Y., JENNY, M., KLAUS, G., KÖRNER, C., KRÄTTLI, H., KÜCHLER, M., LACHAT, T., LAMBELET-HAUETER, C., LEUZINGER, Y., LINDER, P., MITCHELL, E.A.D., MOESCHLER, P., PASINELLI, G., PAULI, D., PFIFFNER, L., PRAZ, C., RIXEN, C., RÜBEL, A., SCHAFFNER, U., SCHEIDEGGER, C., SCHMID, H., SCHNYDER, N., SENN-IRLET, B., STÖCKLIN, J., STOFER, S., WALTER, T. & ZUMBACH, S. 2015. État de la biodiversité en Suisse en 2014. *Éd. Forum Biodiversité Suisse et al., Berne.*

GOULSON, D. & DARVILL, B. 2004. Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? *Apidologie* 35 : 55-63

HARCOURT, A.H., COPPETO, S.A. & PARKS, S.A. 2002. Rarity, specialization, and extinction in primates. *Journal of Biogeography* 29 : 445-456.

HIRZEL, A.H. & LE LAY, G. 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology* 45 : 1372-1381.

HOFER, U., MONNEY, J.-C. & DUSEJ, G. 2001. Les reptiles de Suisse. Répartition, Habitats, Protection. *Birkhäuser. Basel.*

HOPKINS, G.W., THACKER, J.I., DIXON, A.F.G, WARING, P. & TELFER, M.G. 2002. Identifying rarity in insects: the importance of host plant range. *Biological Conservation* 105 : 293-307.

IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-3. < www. iucnredlist. org >. Downloaded on 14 November 2015.

JABERG, C. 1998. Influence de la distribution des ressources alimentaires sur le comportement de chasse et la sélection de l'habitat d'une chauve-souris insectivore aérienne, *Vespertilio murinus* (L.). *Le Rhinolophe* 13 : 1-15.

JABERG, C. & GUISAN, A. 2001. Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology* 38 : 1169-1181.

KELLER, V., GERBER, A., SCHMID, H., VOLET, B. & ZBINDEN, N. 2010. Liste rouge Oiseaux nicheurs. Espèces menacées en Suisse, état 2010. L'environnement pratique n° 1019. *Office fédéral de l'environnement. Berne ; Station ornithologique suisse. Sempach.*

KERVYN, T, BRASSEUR, J. & LIBOIS, R. 1997. Utilisation de l'habitat par la sérotine commune *Eptesicus serotinus* en Lorraine belge. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 120 (2) : 35-41.

KUVLESKY, W.P., BRENNAN, L.A., MORRISON, M.L., BOYDSTON, K.K., BALLARD, B.M. & BRYANT, F.C. 2007. Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. *Journal of Wildlife Management* 71 (8) : 2487-2498.

LEUZINGER Y., LUGON A. & BONTADINA, F. 2008. Éoliennes en Suisse. Mortalité de chauves-souris. *Natura biologie appliquée. Les Reussilles*. Rapport non publié.

MOESCHLER, P., BLANT, J.-D. & LEUZINGER, Y. 1986. Présence de colonies d'élevage d'*Eptesicus nilssoni* Keyserling & Blasius (Mammalia, Chiroptera) dans le Jura suisse. *Rev. suisse zool.* 93 : 573-580.

MOESCHLER, P. & BLANT, J.-D. 1987. Première preuve de reproduction de *Vespertilio murinus* L. (Mammalia, Chiroptera) en Suisse. *Rev. suisse zool.* 94 (4) : 865-872.

NORBERG, U.M. 1987. Wing form and flight mode in bats. In : FENTON, M.B., RACEY, P.A. & RAYNER, J.M. Recent advance in the study of bats (pp. 43-56). *Cambrige University Press. Cambridge.*

OFEV. 2011. Liste des espèces prioritaires au niveau national. Espèces prioritaires pour la conservation au niveau national, état 2010. L'environnement pratique 1103. *Office fédéral de l'environnement OFEV. Berne.*

OFEV. 2012a. Plan de conservation des espèces en Suisse. *Office fédéral de l'environnement OFEV. Berne.*

OFEV. 2012b. Stratégie Biodiversité Suisse. *Office fédéral de l'environnement OFEV. Berne.*

OWEN, I.P.F. & BENETT, P.M. 2000. Ecological basis of extinction risk in birds: habitat loss *versus* human persecution and introduced predators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97 : 12144-12148.

PETERSON, A.T. 2006. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics* 3 : 59-72.

PIANKA, E.R. 1969. Sympatry of desert lizards (*Ctenotus*) in western-Australia. *Ecology* 50 : 1012.

ROBINSON, M.F. & STEBBINGS, R.E. 1993. Food of the serotine bat, *Eptesicus serotinus*. Is faecal analysis a valid qualitative and quantitative technique? *J. Zool. (Lond.)* 231 : 239-248.

ROBINSON, M.F. & STEBBINGS, R.E. 1997. Home range and habitat use by serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *J. Zool. (Lond.)* 243 : 117-136.

RYDELL, J., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M., GREEN, M., RODRIGUES, L. & HEDENSTRÖM, A. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12 (2) : 261-274.

SCHMIDT, C. 2000. Jagdgebiete und Habitatnutzung der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) in der Teichlausitz (Sachsen). *Säugetierkundliche Informationen* 4 (23/24): 497-504.

SCHOENER, T.W. 1986. Resource partitioning. In: KIKKAWA, J. & ANDERSON, D.J. (eds). Community ecology: pattern and process: 91. *Blackwell Scientific Publications. Melbourne.*

SHIEL, C., MCANEY, C.M., SULLIVAN, C. & FAIRLEY, J.S. 1997. Identification of Arthropod Fragments in Bat Droppings. *The Mammal Society. London.*

SIERRO, A. & ARLETTAZ, R. 1997. Barbastelle bats (*Barbastella spp*) specialize in the predation of moths: Implications for foraging tactics and conservation. *Acta Oecologica* 18: 91-106.

STEBBINGS, R.E. 1988. The conservation of European bats. *Christopher Helm. London.*

VERBOOM, B. & HUITEMA, H. 1997. The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology* 12: 117-125.

WALSH, A.L. & HARRIS, S. 1996a. Foraging habitat preferences of vespertilionid bats in Britain. *J. Appl. Ecol.* 33: 508-518.

WALSH, A.L & HARRIS, S. 1996b. Factors determining the abundance of vespertilionid bats in Britain: geographical, land class and local habitat relationships. *J. Appl. Ecol.* 33: 519-529.