



**HAL**  
open science

# Étude des terrains de chasse du Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) par radiopistage dans les Vosges du Nord

Sophie Legrand

► **To cite this version:**

Sophie Legrand. Étude des terrains de chasse du Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) par radiopistage dans les Vosges du Nord. Sciences de l'environnement. 2012. hal-01868958

**HAL Id: hal-01868958**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01868958>**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**MASTER 2 FAGE**  
**Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et**  
**l'Environnement**

Spécialité  
Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes

**Etude des terrains de chasse du Vespertilion de**  
**Bechstein (*Myotis bechsteinii*) par radiopistage**  
**dans les Vosges du Nord**



**Sophie LEGRAND**

Rapport de fin d'études, soutenu à Nancy le 4/09/2012

Travaux encadrés par Christophe Borel, chargé d'études

Stage effectué à la Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de  
l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères, **CPEPESC Lorraine**, 240 rue de Cumène,  
Neuves-Maisons, du 15 février au 31 août 2012.

Tuteur universitaire : Bernard AMIAUD, Maître de conférences  
Année universitaire 2011-2012





## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- ✿ Christophe Borel, mon maître de stage, pour m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'études au sein de l'association. Je tiens également à le remercier car il a toujours tout fait pour me permettre de découvrir tous les aspects de la protection des chauves-souris en m'emmenant le plus souvent possible avec lui sur le terrain. Et j'espère avoir été à la hauteur de ses attentes.
- ✿ Dorothee Jouan, pour avoir toujours répondu à mes questions et m'avoir aidé à la mise en forme de certaines données.
- ✿ Timothée Poupart, pour sa gentillesse et sa disponibilité mais aussi pour son écoute et ses conseils. Je lui souhaite bon vent avec les manchots !
- ✿ Caroline Comunello, coordinatrice, pour sa bonne humeur et la façon dont elle a organisé mes heures de travail.
- ✿ Michaël Gamarde, ancien salarié de la CPEPESC-Lorraine, pour son guide d'analyse des résultats sans lequel le travail aurait été bien plus compliqué et pour ses précieux conseils mais aussi pour sa participation à l'étude.
- ✿ Le bureau de la CPEPESC-Lorraine, Julie Charpentier, présidente et Matthieu Gaillard, trésorier, pour leur bonne humeur et leur sourire.
- ✿ Marie L'hospitalier et Loïc Duchamp, du PNR des Vosges du Nord, pour nous avoir facilité l'accès au camp militaire de Bitche et pour leur aide concernant les aménagements forestiers.
- ✿ Les bénévoles ayant participé à l'étude sur le Vespertilion de Bechstein : Sébastien Morel, Valéry Miclot, Erwann Thépaut, Bruno Discours, Christelle Scheid, Audrey Stephan, Bruce Ronchi, et en particulier Alba Bezarid pour son aide sur les relevés des terrains de chasse.
- ✿ Les autres personnes que j'ai pu rencontrer lors de mes différentes phases de terrain, Laurence Theunissen, Pierrick Moreau, Ludivine Delamare, Thierry Freund, les forestiers de la formation ONF, en espérant n'oublier personne.
- ✿ Les chauves-souris, sans lesquelles ce stage n'aurait pas été possible. Je remercie également les Bechstein de s'être pris dans nos filets sinon l'étude n'aurait pas pu être réalisée.
- ✿ Mickaël Thénot, pour ses explications sur les statistiques et sa participation à quelques sorties sur le terrain.
- ✿ Mes amis du MP3F pour les soirées à décompresser et à parler des stages et notamment Polo pour son aide sur le logiciel R pour lequel j'étais loin de tout savoir.





# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION</b>	1
A. <u>Présentation de l'organisme d'accueil</u>	1
B. <u>Contexte et état de l'art</u>	1
C. <u>Objectifs du stage</u>	2
<b>II. MATERIELS ET METHODES</b>	4
A. <u>Site d'étude</u>	4
B. <u>Vespertilion de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)</u>	4
C. <u>Suivi par télémétrie</u>	7
D. <u>Traitement des données</u>	9
E. <u>Cartographie des habitats</u>	10
<b>III. RESULTATS</b>	11
A. <u>Données brutes</u> :	11
1. <i>Individus</i>	11
2. <i>Caractérisation des arbres-gîtes</i>	11
3. <i>Localisation</i>	12
B. <u>Caractérisation de l'activité</u>	12
C. <u>Eloignement au gîte</u>	13
D. <u>Domaines vitaux</u>	14
1. <i>Représentativité des domaines vitaux individuels</i>	14
2. <i>Surface des domaines vitaux</i>	14
3. <i>Recouvrement des domaines vitaux individuels</i>	15
E. <u>Zones de chasse</u>	16
1. <i>Surface des zones de chasse</i>	16
2. <i>Recouvrement des zones de chasse</i>	17
3. <i>Terrains de chasse</i>	17
F. <u>Sélection de l'habitat</u>	17
1. <i>Comparaison entre domaines vitaux et zones de chasse</i>	17
2. <i>Description des terrains de chasse</i>	18
G. <u>Autres résultats</u>	20
<b>IV. DISCUSSION/CONCLUSION</b>	22
<b>V. BIBLIOGRAPHIE</b>	26

## ANNEXES





# I. INTRODUCTION

## A. Présentation de l'organisme d'accueil

La Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères (CPEPESC Lorraine) est une association régionale créée en 1979 et régie par la loi locale de 1908 (équivalent de la loi nationale de 1901). Son siège se trouve à Holving en Moselle. Elle coordonne, dans sa région, les activités des membres de la CPEPESC. Ses ressources proviennent des cotisations, de subventions ainsi que de prestations d'inventaires et d'études scientifiques dans le cadre des actions de protection menées par l'état et les collectivités.

La CPEPESC Lorraine s'est spécialisée dans l'étude des chauves-souris, leur protection, la gestion de leurs habitats, la formation et l'information du public. Elle a pour objectifs :

- La protection des sites essentiels avec la création d'un réseau lorrain de sites protégés ;
- L'étude et les inventaires des espèces et des sites ;
- La mise en place du réseau Natura 2000 pour les chiroptères ;
- Le traitement informatique des données recueillies ;
- La sensibilisation du public et la formation des professionnels.

La CPEPESC Lorraine mène ses actions concrètes par l'organisation de stages et de chantiers de bénévoles, et par un partenariat fort avec la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), les Conseils Généraux et les Parcs Naturels Régionaux de Lorraine. Elle est associée au Conservatoire d'Espaces Naturels de Lorraine (CENL) pour établir des conventions de protection et assurer la maîtrise d'usage de certains sites.

Actuellement, cette structure emploie 4 salariés :

- Christophe Borel, Dorothée Jouan et Timothée Poupart qui sont des chargés d'études sur les thématiques chiroptères.
- Caroline Comunello, coordinatrice de l'association.

Le Bureau se compose de la présidente Julie Charpentier, du trésorier et vice-président Matthieu Gaillard, de la trésorière adjointe, Alice Zimmermann et du secrétaire Marc Saint-Pé.

## B. Contexte et état de l'art

La protection de l'environnement est aujourd'hui une responsabilité aux yeux de la loi. Depuis des années, les études scientifiques à but de protection se sont donc multipliées dans ce sens. Cependant, les chiroptères ont longtemps été mal perçus du fait de légendes et les études ont été freinées à cause du rythme biologique et de l'activité nocturne de ces mammifères. Les études approfondies sur cet ordre (le deuxième plus important en termes d'espèces de mammifères au monde) ne se sont donc développées réellement qu'il y a une dizaine d'années.

Au niveau national, les chauves-souris sont concernées par une forte volonté de préservation. L'amélioration des connaissances sur les différentes espèces et leurs populations s'avère donc actuellement indispensable.

Pour ce faire, un premier plan national de restauration (PNR) des chiroptères pour la période 1999-2003 ([Roué et al., 1999](#)) a été mis en place grâce au groupe Chiroptères de la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères (SFEPM). Ses objectifs consistaient en la préservation des sites à chiroptères et le renforcement de leurs populations. Il a permis de stimuler les études,

d'améliorer considérablement les connaissances et d'initier des actions de sensibilisation du grand public.

Fort du succès du premier PNR, un second plan, à nouveau rédigé par la SFPEM, est en application pour la période 2008-2012 (Godineau et Pain, 2007). Ce plan prévoit une déclinaison en régions.

En Lorraine, le plan régional a été rédigé par la CPEPESC Lorraine en partenariat avec l'association Neomys (CPEPESC-Lorraine et Neomys, 2009). Le Plan de Restauration Chiroptère (PRC) régional a pour objectifs principaux la protection des espèces et des sites, la connaissance, l'information et la sensibilisation.

Avant la mise en place du Plan de Restauration des Chiroptères, il n'y avait que très peu, voire pas du tout, d'information au niveau national, mais surtout au niveau régional, sur le Vespertilion de Bechstein. *Myotis bechsteinii* étant l'une des espèces les plus inféodées aux milieux forestiers en Europe, l'étudier est primordial afin de prendre des mesures de conservation adaptées et de déterminer les exigences écologiques de ce chiroptère. Cette espèce a donc été choisie, avec la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) dans l'action n°9 du Plan de Restauration Chiroptère (PRC) national, afin d'améliorer les connaissances et de mettre en place une gestion forestière adaptée.

Localiser les milieux de vie précisément apporte au niveau local la possibilité de protéger la colonie suivie. Assurer une gestion à l'échelle du paysage respectueuse des chiroptères se traduit alors par la préservation des gîtes et l'attention portée aux transformations des milieux connus comme étant des terrains de chasse.

De plus, les études ont pour objectifs de préciser les exigences écologiques des espèces afin d'en déduire des conclusions quant à la gestion des habitats utilisés (Kerth et König, 1999 ; Hill et Greenaway, 2005 ; Borel et al., 2007).

Une description des milieux forestiers utilisés par le Vespertilion de Bechstein lors de la chasse peut donc permettre de préciser ces exigences.

L'ensemble des études de peuplements existantes, menées par des chiroptérologues ou chercheurs, ont permis à l'heure actuelle de réaliser des descriptions qualitatives et de préciser par exemple si des peuplements stratifiés ou de composition majoritairement feuillue étaient plus recherchés (Barataud et al., 2005 ; Bas et Bas, 2011 ; Meschede et Heller, 2003). En effet, dans l'état actuel des connaissances, on sait que le Vespertilion de Bechstein montre une préférence pour les forêts bien fermées (Schofield et Morris, 2000) et notamment les forêts de feuillus d'âge mûr (Barataud et al., 2005 ; Borel et al., 2007 ; Plank et al., 2011). De plus, les études menées sur les colonies de parturition ont montré des distances moyennes d'éloignement au gîte de 700 mètres (Hill et Greenaway, 2005 ; Fitzsimons et al., 2002).

De nombreuses études ont également montré la grande philopatrie des femelles, qui reviennent d'une année à l'autre sur les mêmes zones de mise-bas et d'élevage des jeunes (Kerth et al., 2001a ; Durrant et al., 2009). Une hiérarchie sociale commence à être montrée au sein des colonies de parturition, conduisant à la prise de décisions (Kerth et al., 2006) quant à l'occupation des gîtes ou la répartition des terrains de chasse (Kerth et al., 2001b). Ceci cause une fission-fusion des colonies (Kerth et al., 2006). Autre information importante, des différences de comportement et d'exigences écologiques ont pu être mises en évidence entre femelles gestantes et allaitantes (Kerth et König, 1999).

A ce jour, les études sont encore peu nombreuses sur cette espèce et se focalisent surtout sur les colonies de parturition et sur la génétique des populations (Kerth et al., 2002b ; Kerth et al., 2008).

Notre étude est un peu différente.

## C. Objectifs du stage

L'étude du Vespertilion de Bechstein, prévue par l'action n°7 (*Myotis bechsteinii* et *Barbastella barbastellus*) du Plan de Restauration régional, porte sur deux années consécutives. Un premier suivi par radiopistage a été réalisé du 4 au 18 juillet 2011 et mon travail était, dans un premier temps, d'analyser les données récoltées.

Par la suite, une nouvelle phase de terrain, à laquelle j'ai participé, a été réalisée du 24 juin au 7 juillet 2012 et les nouvelles données ont ensuite été traitées puis comparées à celles de l'année 2011, afin de mettre en évidence les caractéristiques des terrains de chasse préférentiellement exploités par l'espèce choisie.

Le but de cette étude était de déterminer les critères biotiques qui influent dans le choix de l'aire de chasse de *Myotis bechsteinii* et ainsi d'émettre des prescriptions locales et de confronter nos résultats aux autres études réalisées ou en cours au niveau national.

### Choix de la méthode d'étude

Le choix de la méthode d'étude dépend de la question que l'on se pose au départ. Pour l'étude sur le Vespertilion de Bechstein, on veut pouvoir suivre les individus tout au long de leurs déplacements nocturnes afin de savoir quels sont leurs terrains de chasse privilégiés.

Pour cela, seule la télémétrie par radiopistage est une méthode envisageable, car elle offre la possibilité de suivre des individus équipés avec une assez grande précision. Cette méthode permet connaître le mode de vie des chauves-souris, leurs milieux de chasse ou la localisation d'une colonie de parturition.

Les analyses d'ultrasons et le baguage ne sont pas des techniques permettant le suivi quotidien des individus et donc sont inenvisageables pour notre étude.

Le suivi vidéo cependant peut se révéler intéressant, en couplage avec le radiopistage, car on peut ainsi filmer les comportements des individus sur leur terrain de chasse et leur retour au gîte.

Le radiopistage, bien que coûteux (tant matériellement qu'humainement) est à ce jour la seule méthode capable de donner des informations sur les déplacements quotidiens d'individus mais aussi sur les gîtes utilisés par les chauves-souris suivies.

**Figure 1** – Photographie d'un suivi par radiopistage à l'aide d'une antenne et d'un récepteur (<http://www.gorgesdugardon.fr>)



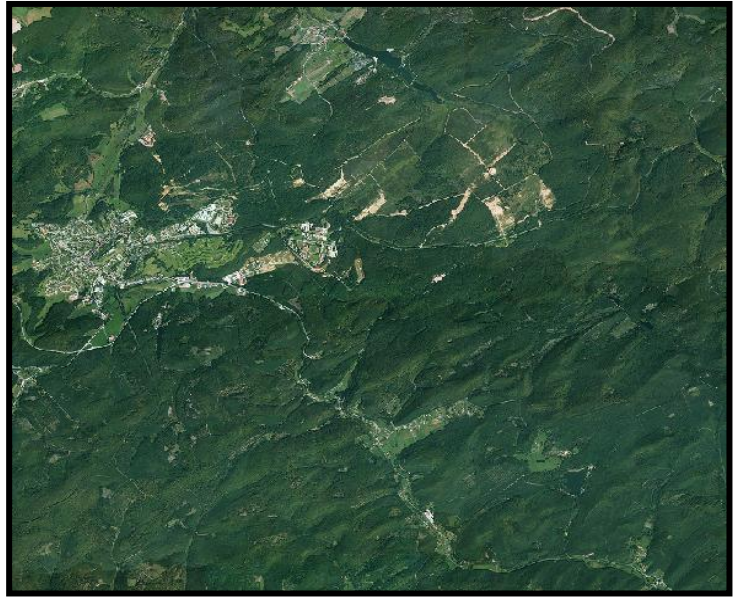
## II. MATERIELS ET METHODES

### A. Site d'étude

Le lieu d'étude se situe dans le Pays de Bitche, en Moselle (57), à Eguelshardt, en plein cœur du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord. La figure 2 présente une vue aérienne du site.

**Figure 2** – Photographie aérienne du site d'étude et des environs (SIG)

La superficie de ce territoire est de 28 907 ha, dont 23 096 ha boisés, soit un taux de boisement de près de 80% (**chiffres IFN**). La température moyenne annuelle avoisine 9 à 10°C. Les gelées tardives sont fréquentes. La pluviométrie est d'environ 800 mm/an (**chiffres IFN**). L'altitude s'étend de 350 à 500 mètres.



La forêt est partout dans ce territoire. Le type de peuplement principal est la futaie avec 97 % de la surface des forêts. Le taillis couvre 2 % de la superficie, tandis que les mélanges futaie-taillis ne représentent que 1 % (données 2006). Les résineux comprennent principalement l'Epicéa commun (*Picea abies*) et le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). Le cortège feuillu est essentiellement composé par le hêtre (*Fagus sylvatica*) et les chênes sessile et pédonculé (*Quercus sp.*) (**CRPFLA, 2006**).

### B. Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*)

#### 1. Généralités



**Figure 3** - *Myotis bechsteinii* (Marko König)

#### Morphologie

Le Vespertilion (ou Murin) de Bechstein est une espèce de Yangochiroptères appartenant à la famille des Vespertilionidés (**Figure 3**) (**Bensettiti et Gaudillat, 2002**).

Il s'agit d'une chauve-souris de taille moyenne, la tête et le corps mesurant entre 45 et 55 mm, l'avant-bras entre 39 et 45 mm et l'envergure de 25 à 28,6 cm. De plus, le Vespertilion de Bechstein pèse entre 7 et 12 g (**Arthur et Lemaire, 2009**).

Ses oreilles sont caractéristiques, remarquablement longues (21-26 mm) et assez larges, non soudées à la base. Ses ailes sont également larges (**Dietz, Von Helversen et Nill, 2009**). Son pelage est brun clair à roux doré sur le dos et contraste fortement avec le ventre gris blanc. Le museau et le contour des yeux sont glabres et dévoilent une peau rosée (**CPEPESC Lorraine, 2009**).

#### Emissions ultrasonores

Le Vespertilion de Bechstein émet des cris en fréquence modulée abrupte (FMA) selon une durée très variable (2-12 ms) et généralement régulier. Le pic d'énergie se situe entre 35 et 65 kHz (**Arthur et Lemaire, 2009**).

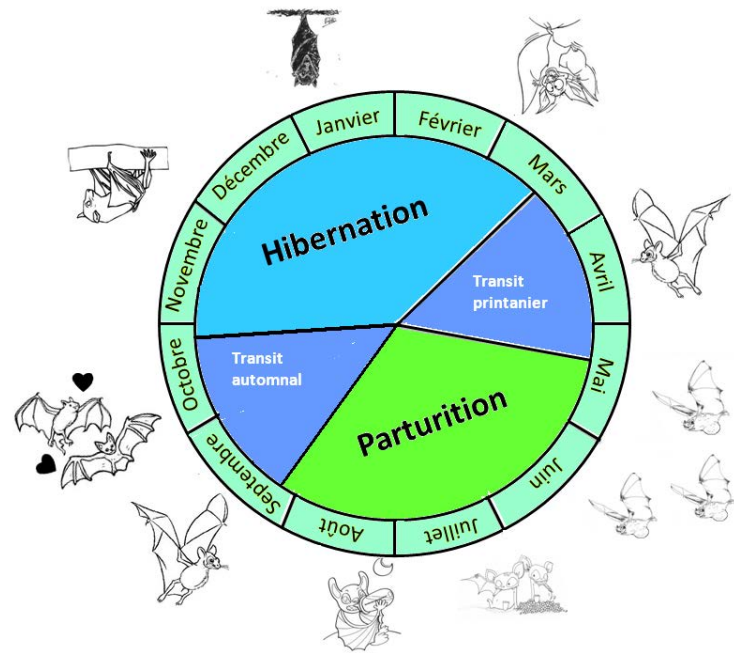
Cependant, cette espèce semble fréquemment chasser à l'audition passive sans pratiquer l'écholocation et peut passer inaperçue lors des prospections sonores (**Siemens et Swift, 2006**).

## 2. Ecologie

### Cycle de vie

Le cycle de vie des chauves-souris européennes est intimement lié aux saisons (**Figure 4**). *M. bechsteinii* est une espèce particulièrement sédentaire. Les gîtes d'été et d'hiver ne sont séparés que de quelques kilomètres les uns des autres (**Dietz, Von Helversen et Nill, 2009**).

L'hibernation a lieu de novembre à mars (**Meschede et Heller, 2003**) dans des sites hypogés (grottes, mines...) ou en majorité dans des cavités arboricoles (**Greenaway & Hill, 2005**) difficilement appréhendables. Cependant, tous les sites utilisés sont caractérisés par une température entre +3°C et +10°C et une forte hygrométrie (**CEPEPESC Lorraine, 2009**) afin d'éviter le dessèchement de la peau.



**Figure 4** – Cycle de vie des chiroptères (Adapté de Stephan, 2011)

Au printemps, cette espèce gagne peu à peu les sites d'estivage en utilisant des gîtes de transit.

Les maternités sont occupées à partir de fin avril jusqu'à la fin du mois d'août et se composent de proches parentes (**Kerth et König, 1999 ; Kerth et Petit, 2005**). Les femelles peuvent utiliser jusqu'à 50 gîtes durant la période d'estivage (généralement, des loges de Pic mar ou Pic épeiche dans des arbres de gros diamètre) (**Dietz, Von Helversen et Nill, 2009**).

Les naissances ont lieu entre début juin et début juillet. L'abandon des gîtes d'estivage s'observe à la fin du mois d'octobre (**Arthur et Lemaire, 2009**) afin de rejoindre les sites d'accouplement (dits de « swarming ») et une nouvelle période de transit s'effectue vers les gîtes d'hivernage. Cependant, les premiers comportements de dispersion des colonies de parturition s'observent dès la fin du mois d'août (**Dietz, Von Helversen et Nill, 2009**).

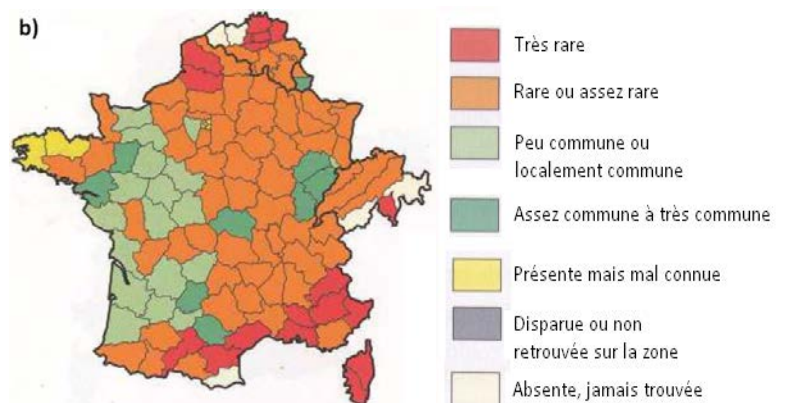
### Répartition

L'espèce est présente en Europe de l'Ouest dans les zones chaudes à tempérées (**Dietz, Von Helversen et Nill 2009**) du sud de l'Angleterre et de la Suède jusqu'en Espagne et en Italie ; sa limite orientale correspond aux Carpates. Elle est assez rare mais peut être localement abondante si elle se trouve dans son habitat optimal. En France, elle est présente partout mais de manière hétérogène (**Figure 5**).

a)



b)



**Figure 5** – Carte de répartition de *M. bechsteinii*, **a)** en Europe, **b)** en France (D'après Arthur et Lemaire, 2009)

## **Milieux de vie**

C'est une espèce de basse altitude dont les colonies de mise bas sont implantées jusqu'à 1000 m alors que les territoires de chasse peuvent se rencontrer jusqu'à l'altitude de 1 300 m (Arthur et Lemaire, 2009).

*Gîtes hivernaux* : les individus, isolés ou en petits groupes, se rencontrent de préférence dans des abris arboricoles plutôt que souterrains (mines, carrières, ouvrages militaires...) (Dietz, Von Helversen et Nill, 2009).

*Gîtes estivaux* : les individus sont essentiellement présents dans des gîtes arboricoles (toutes essences et toutes hauteurs confondues). En général, la préférence va aux loges de pics (Dietz, Von Helversen et Nill, 2009).

*Comportement et territoires de chasse* : le Vespertilion de Bechstein est considéré comme une espèce principalement forestière (Barataud et al., 2005), généralement inféodée aux forêts de feuillus âgées (Kerth et al., 2001a) à sous-bois denses, en présence de points d'eau dans lesquels il exploite l'ensemble des proies disponibles sur ou au-dessus du feuillage. Il fréquente moins les forêts mixtes à dominance de résineux. Il chasse occasionnellement dans les parcs, les vergers, ... (Arthur et Lemaire, 2009).

Son sonar est précis, mais peu puissant (Arthur et Lemaire, 2009) et son vol papillonnant le rend très manœuvrable et à l'aise aussi bien dans les trouées forestières que dans les milieux fermés à structure buissonnante peu dense.

Il fait partie des espèces dites « glaneuses », ce qui lui permet de chasser très près de la végétation, ainsi qu'au ras du sol mais aussi dans le houppier des arbres, exploitant ainsi l'ensemble des strates (CPEPESC Lorraine, 2009). Le Vespertilion de Bechstein chasse également à l'affût, utilisant l'audition passive uniquement (Siemens et Swift, 2006). Ainsi, il peut rester en « repos » en attendant ses proies. C'est ce qu'on appelle le « perching » ou « chasse en perchoir » (Roué et al., 1999). Il peut voler très lentement mais aussi de façon stationnaire et rafle donc souvent ses proies sur divers supports en les repérant à l'aide de ses longues oreilles (Dietz, 2009).

Chaque individu possède son propre territoire de chasse qui varie en fonction des zones géographiques (de 5 à 60 ha) et lui est très fidèle dans le temps (Arthur et Lemaire, 2009). La chasse s'effectue dans un rayon restreint (en moyenne 1,5 à 2 km maximum) autour des gîtes coloniaux (Vuinée, 2010 ; Hill et Greenaway, 2005 ; Barataud et al., 2005). Les différents territoires présentent un faible taux de recouvrement et sont strictement séparés de ceux des colonies de mise bas voisines.

## **Régime alimentaire**

Il est essentiellement composé d'invertébrés forestiers et de nombreux insectes non volants (Wolz, 1992). Le régime alimentaire des chiroptères peut être étudié par le biais de différentes méthodes. L'analyse des restes de proies contenues dans les crottes (guano) est actuellement la méthode la plus utilisée (Shiel et al., 1997). Bien que présentant certains biais, cette technique d'étude permet l'obtention de résultats fidèles quant à la variété des proies consommées (Lutz, 1999 ; Barataud et al., 2005). Outre les spécificités dues à l'espèce, le régime alimentaire d'un individu peut varier selon la disponibilité des proies : saison, territoire de chasse (Kervyn, 1999). En juin, les Diptères et les Trichoptères paraissent plus abondants, en juillet, ce sont les Lépidoptères et les Coléoptères et en août les Lépidoptères, Coléoptères et araignées (Barataud et al., 2005). De plus, les femelles gestantes, alourdis, tendent à sélectionner des proies plus faciles d'accès (Grémillet, 1999).

### **3. Menaces et mesures conservatoires**

Le Vespertilion de Bechstein est l'une des douze espèces de Chiroptères (sur un total de 34 présentes) au statut de conservation quasi menacée en France (Tableau 1). C'est également l'espèce de chauve-souris la plus forestière en Europe (Barataud et al., 2005).

**Tableau 1 - Statuts de protection et état de conservation du Vespertilion de Bechstein (D'après UICN)**

Famille	Nom français	Nom latin	Convention de Berne (annexe)	Convention de Bonn (annexe)	Directive Habitats-Faune-Flore (annexe)	Liste rouge UICN mondiale	Liste rouge Européenne	Liste rouge Nationale
Vespertilionidés	Vespertilion de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	II	II	II + IV	NT	VU	NT

**Légende Liste rouge :** CR (en danger critique d'extinction), EN (en danger), VU (vulnérable), NT (quasi menacée), LC (préoccupation mineure)

*Myotis bechsteinii* est considérée comme la « chauve-souris de forêt vierge » (Meschede et Heller, 2003) et, de ce fait, elle est une espèce parapluie (Tillon et Réseau Mammifères, 2008). Ainsi il est nécessaire de prendre en compte ce taxon si particulier tout d'abord en éliminant les menaces qui pèsent sur lui et en établissant un programme de protection adapté.

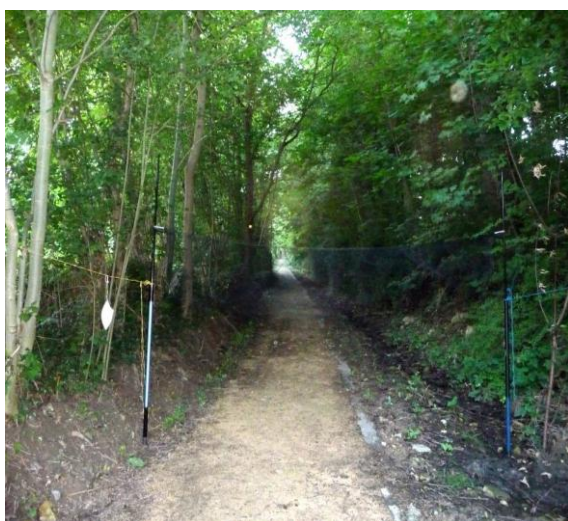
L'espèce est directement menacée par la gestion sylvicole car elle est dépendante de la disponibilité en arbres creux et en bois mort (Bas et Bas, 2011 ; McGavin, 2007). De plus, la fragmentation des habitats isole les populations et les forts prélèvements de bois mort ainsi que l'utilisation de produits phytosanitaires limitent l'entomofaune (Bensettiti et Gaudillat, 2002). Enfin, la construction de grands axes routiers coupant les corridors écologiques entraîne une augmentation du nombre de collisions (Kerth et Melber, 2009) et contribue à la fragmentation des habitats.

Une des actions possibles, pour la conservation de cette espèce, serait de gérer la forêt par petites parcelles, en privilégiant les feuillus et en gardant des îlots de sénescence (notamment autour des gîtes de mise bas) et de bois mort (Dietz, Von Helvesen et Nill, 2009; Bensettiti et Gaudillat, 2002).

De plus, pour le maintien des territoires de chasse, un contrôle des pesticides et autres produits ayant une influence sur les espèces proies est nécessaire (Meinig et al., 2009).

## C. Suivi par télémétrie

### 1. Capture et équipement



**Figure 6 - Filet japonais sur une route de vol**  
(Michaël Gamarde, CPEPESC Lorraine)

La capture des animaux se fait grâce à des filets japonais (**Figure 6**) placés, avant le coucher du soleil, sur des milieux potentiels de chasse ou de route de vol. Une fois libéré du filet, l'animal est identifié, mesuré, pesé et sexé.

Un radio-émetteur (Holohil™) de type VHF (Very High Frequency) est ensuite placé sur le dos de l'animal, grâce à une colle spéciale ne contenant aucune substance toxique pour les chiroptères. L'émetteur est activé juste avant l'équipement. Pour réaliser ces manipulations, la personne doit être titulaire d'une autorisation de capture préfectorale dérogatoire à la loi du 10 juillet 1976.

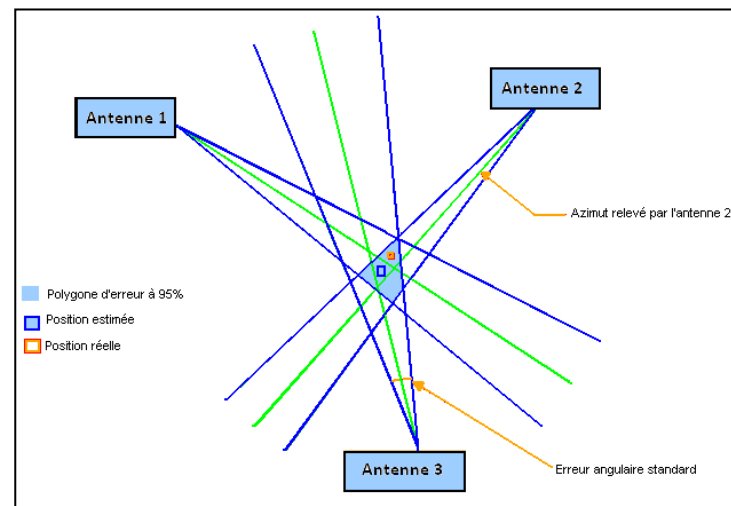
### 2. Principe

La télémétrie par radiopistage permet de recueillir des informations concernant le comportement spatial d'un animal. Le principe consiste à évaluer en temps réel la position de l'animal, grâce à la réception du signal émis par l'émetteur.

Deux méthodes de localisation sont utilisées (White et Garrott, 1990) : la triangulation d'azimuts synchrones et le « Homing-in ».

**La triangulation d'azimuts synchrones :** Cette méthode nécessite au minimum deux stations dont les coordonnées géographiques sont connues (Janeau, 1998). Chacune d'entre elles détermine un azimut, c'est-à-dire la direction du signal, évaluée par l'angle qu'il forme avec le nord magnétique. La chauve-souris équipée se trouve théoriquement à l'intersection des azimuts. En réalité, il existe une erreur angulaire, due à la fois au matériel, à l'imprécision du GPS et à l'observateur (**Figure 7**).

**Figure 7** - Principe de la triangulation et de son aire d'erreur (D'après Némoz, 2007)



L'intersection des azimuts délimite une aire d'erreur (également appelée polygone d'erreur), c'est-à-dire une aire de probabilité de présence de la chauve-souris (Janeau, 1998). Cette méthode nécessite la réception du signal par plusieurs équipes de manière synchrone afin de pouvoir croiser les différentes directions obtenues.

La triangulation nécessite donc au minimum un émetteur, deux récepteurs (récepteur VR-500 Yaesu™ modifié par Wagener), et deux antennes, afin de biangler la position de l'individu. L'émetteur envoie un signal radio à une fréquence fixe et à intervalle régulier. Ce signal est capté et amplifié par l'antenne directionnelle puis transmis au récepteur qui indique la puissance du signal (par des bips). Ainsi à partir du crépuscule, il est possible de localiser et suivre les individus équipés lors de leurs déplacements et activités de chasse.

**Le « Homing-in » (HI) :** Quand cela est possible, il est conseillé de s'approcher au plus près de l'animal, voire de se positionner directement en-dessous de lui.

Le « Homing-in » est défini comme la situation où l'on estime que la position de l'observateur et celle de l'individu suivi sont identiques, lorsque le signal est réceptionné avec une même intensité sur 360°, à une erreur de 30 m près (White et Garrott, 1990). Cette proximité a pu être établie par un étalonnage des amplificateurs de signal à l'aide d'une balise signal. L'observateur peut alors parfois apercevoir l'animal équipé au-dessus de lui (Barataud et al., 2005).

Le HI est reconnu lorsque le signal est particulièrement fort alors que la sensibilité du récepteur est faible. Cette méthode permet une détermination de la position de l'animal nettement plus précise et prévaut donc sur les triangulations.

### 3. Organisation

La première session d'étude s'est déroulée du 4 au 15 juillet 2011. Le suivi des bêtes ayant débuté le 8 juillet, car un temps a été nécessaire pour découvrir où gîtait la colonie. La seconde session a eu lieu du 25 juin au 7 juillet 2012. Les suivis ont pu démarrer dès le 25 juin, car l'emplacement de la colonie était le même que l'année précédente.

### 4. Intérêts

Il existe différents types de contraintes à surmonter lors d'une étude sur les terrains de chasse des chauves-souris, liées à l'espèce et au milieu d'étude.

Tout d'abord, les contraintes imposées par l'espèce sont multiples car les chiroptères sont capables de pratiquer le vol battu, ce qui leur permet un déplacement sur de grandes distances à des vitesses importantes. De plus, leur activité nocturne et leur petite taille nécessitent l'utilisation de moyens de suivi légers et miniaturisés.



Ensuite, les contraintes du milieu imposent la mise en place d'un protocole précis liés aux conditions topographiques mais cependant utilisable sur toute la zone d'étude (bien que la topographie soit différente au sein du site dans sa globalité). Là encore, le matériel doit être facile à transporter et à manipuler dans ces conditions.

La radiolocalisation est la seule technique actuelle, grâce à la miniaturisation des émetteurs, qui permette d'étudier les chiroptères à distance et l'utilisation individuelle de leur habitat.

Le radiopistage permet de connaître le rythme d'activité des animaux équipés, de repérer les habitats et terrains de chasse favorisés ainsi que les principales routes de vol.

Ce procédé ne doit cependant pas affecter le vol des chauves-souris et pour cela il est nécessaire que l'émetteur n'excède pas 5% du poids de l'individu ([Bontadina et al., 2002](#)).

## **D. Traitement des données**

Les données de suivi sont inscrites chaque nuit par toutes les équipes sur des fiches de relevés individuelles (**ANNEXE 1**). Elles sont ensuite retranscrites et mises en forme sous tableur Microsoft Office Excel.

Les azimuts relevés sur le terrain sont traités par le logiciel Locate II ([Nams, 2000](#)). Celui-ci réalise la triangulation d'azimuts synchrones et calcule les coordonnées de la position estimée correspondante. Ce logiciel utilise la méthode du Maximum Likelihood Estimator (MLE) ([Lenth, 1981](#)). Les positions jugées aberrantes sont retirées des analyses :

- Mauvaise acquisition par l'observateur,
- Aire d'erreur trop importante,
- Vitesse de vol de l'individu aberrante.

Les positions obtenues et les points de « *Homing-in* » sont ensuite importés dans un système d'informations géographiques (ArcMap™ 9.3 ; Esri®, USA : 2004) et superposés aux fonds cartographiques Scan25 © IGN.

Les positions estimées sont alors traitées grâce aux extensions « *Spatial Analyst* » et « *Animal Movement* » de la version 3.3 d'ArcView (Esri®), et différentes valeurs sont calculées :

- **Analyse du domaine vital** : Il s'apparente à l'aire traversée par un individu (ou par les individus de la colonie) au cours de ses activités normales de recherche de nourriture, de mise bas et de soins aux jeunes ([Burt, 1943](#)). Il est déterminé par le calcul du MCP ([Mohr, 1947](#)). Le MCP correspond à la construction géométrique ayant le plus petit périmètre englobant l'ensemble des localisations. Il est obtenu en reliant les localisations les plus extrêmes. Dans ce MCP, des secteurs entiers ne sont pas utilisés par les animaux. Le nombre de localisations nécessaires à sa bonne estimation est déterminé ultérieurement.
- **Analyse des zones de chasse** : elles correspondent aux secteurs les plus intensément exploités par les chauves-souris ([Vincent, 2007](#)). Elles sont définies par la méthode des kernels qui prend en compte l'aspect temporel en analysant des densités de points ([Worton, 1989](#)).

### Deux niveaux sont calculés :

→Le kernel 50 (K50) qui délimite les secteurs où l'on a 50% de chance de trouver l'individu et qui correspondent biologiquement aux zones de chasse exclusives ([Levadoux, 2003](#)).

→Le kernel 95 (K95) traduit une forte densité de positions sur 95% de la distribution et correspond aux zones de chasse secondaires ou de transit ([Levadoux, 2003](#)).

- **Analyse de la sélection de l'habitat :** La sélection de l'habitat a été étudiée par analyse compositionnelle ([Aebischer et al., 1993](#)), en comparant les habitats disponibles (définis comme ceux étant situés à l'intérieur du MCP de la colonie) aux habitats utilisés en chasse (définis comme ceux présents dans les zones kernel 50), par le biais du logiciel R (*R*® 2.11.1, 2006). Une méthode complémentaire a été employée : les intervalles de confiance de Bonferroni applicables à la procédure du test du Chi<sup>2</sup> de [Neu et al. \(1974\)](#).
- **Analyse des terrains de chasse définis par les homing-in :** (*cf II. E. 2.*)

## **E. Cartographie des habitats** (ANNEXE 4)

### **1. A l'échelle du paysage :** (méthodologie en ANNEXE 2)

La cartographie se fait à partir des informations citées dans la bibliographie et des différents habitats rencontrés sur le site d'étude. La cartographie de la zone d'étude a été réalisée grâce au logiciel de SIG (ArcMap™ 9.3 ; Esri®, USA : 2004) en se basant sur les orthophotos du secteur et sur les renseignements fournis par les aménagements forestiers de l'ONF. Chaque polygone est dessiné et codifié selon le type d'habitat présent. A noter que pour les habitats A.3.1 (îlot de vieillissement de feuillus), A.3.2 (îlot de vieillissement de résineux), A.4.1 (îlot de sénescence de feuillus) et A.4.2 (îlot de sénescence de résineux), les aménagements ne précisent pas depuis combien de temps ces zones sont gérées en îlots de vieillissement ou de sénescence. La zone A.4.1 de nos analyses représente bien un îlot de sénescence de feuillus (Chênaie-Hêtraie).

Par la suite, grâce aux positions estimées par triangulation, une cartographie du MCP de chaque animal, puis de l'ensemble de la colonie est réalisée. Enfin, grâce au calcul des kernels (50 et 95), une cartographie des zones de chasse peut être faite.

### **2. A l'échelle du terrain de chasse :**

A partir de la localisation des territoires de chasse définis à l'aide d'un logiciel de SIG (Système d'Informations Géographiques), un relevé sur le terrain des paramètres des habitats des placettes de « homing-in » est réalisé (ANNEXE 3). Le but est ensuite de tester statistiquement si ces paramètres sont déterminants dans la sélection territoriale de l'individu.

Les résultats des années 2011 et 2012 sont traités dans ce rapport.

Les terrains de chasse ont été identifiés par les homing-in. Une seule description a été réalisée pour les zones (30 m de rayon) connexes. En effet, lors du suivi des chauves-souris, des HI assez proches ont pu être réalisés par l'observateur qui s'est déplacé en suivant l'individu équipé. La description des habitats de chasse est réalisée sur l'ensemble de la zone de 30 mètres de rayon entourant les homing-in. La description des terrains de chasse est réalisée à deux niveaux :

- En premier lieu, la structure horizontale est décrite par son indice de mosaïcité (de M1 à M4), par le nombre d'habitats présents et leur taux de recouvrement.
- En second lieu, la structure verticale est décrite selon la présence ou l'absence de strates et leur taux de recouvrement.

### III. RESULTATS

Les tableaux statistiques des analyses entre mâles et femelles sont présentés en ANNEXE 10.

#### A. Données brutes

##### 1. Individus

Lors de la première session d'étude, quatre *Myotis bechsteinii* ont pu être équipés et suivis. La première capture a été réalisée le 8 juillet 2011, la dernière le 12 juillet 2011. Les prises ont ainsi pu être échelonnées sur plusieurs soirées. La deuxième session d'étude a permis de suivre huit individus, du 25 juin 2012 au 6 juillet 2012 (les captures s'échelonnant du 25 juin au 3 juillet 2012). Le choix d'espacer les captures est motivé par l'impossibilité de suivre plus de trois chauves-souris en même temps. Au total, cette étude a demandé en moyenne  $4,5 \pm 1,5$  nuits de suivi par individu ( $n=12$ ).

N° individu	Date de capture	Sexe	Masse (g)	Masse relative émetteur (%)	Avant-bras (mm)
1	08/07/2011	Jeune mâle	8,9	4,04	43,5
3	10/07/2011	Femelle - post allaitante	11,2	3,21	43,3
4	12/07/2011	Femelle - post allaitante	10,5	3,43	44
5	12/07/2011	Jeune mâle	8,8	4,09	41,9
6	25/06/2012	Mâle adulte	8,8	4,09	42
7	26/06/2012	Femelle allaitante	11	3,27	43,1
8	26/06/2012	Femelle allaitante	9,8	3,67	44,7
9	26/06/2012	Mâle adulte	8,8	4,09	43,2
10	28/06/2012	Femelle allaitante	10,3	3,50	44,4
11	01/07/2012	Mâle adulte	9,8	3,67	43,6
12	02/07/2012	Femelle allaitante	10,8	3,33	43,8
13	03/07/2012	Femelle allaitante	9,8	3,67	44,2
Moyenne	-	-	9,875	3,67	43,48
Ecart type	-	-	0,90	0,34	0,86

Individus de la colonie     Individus hors colonie

**Tableau 2** – Biométrie et état sexuel des individus de *Vespertilion de Bechstein* équipés

Lors de chaque session, pour chaque animal capturé, une biométrie a été réalisée (**Tableau 2**).

La masse relative des émetteurs est en moyenne de  $3,67 \pm 0,34$  %, ce qui est inférieur aux 5% recommandés ([Bontadina et al., 2002](#)) et l'équipement n'est donc pas sensé perturber les animaux dans leurs activités.

##### 2. Caractérisation des arbres-gîtes

Au total, treize arbres-gîtes ont été découverts dont cinq utilisés par la colonie. Les caractéristiques de ces arbres sont présentées dans le **Tableau 3**.

Essence	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie	Hauteur du gîte	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie
Feuillus	11	6	3 à 5 m	2	-
Résineux	2	-	6 à 10 m	3	3
Etat sanitaire	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie	11 à 15 m	1	1
Vivant	13	6	16 à 20 m	5	2
Mort	-	-	Diamètre à hauteur du gîte	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie
Diamètre à 1,30 m	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie	10 à 20 cm	2	-
20 à 30 cm	1	-	21 à 30 cm	2	1
31 à 40 cm	1	-	31 à 45 cm	7	5
41 à 50 cm	11	6	Situation dans le milieu	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie
Type de gîte	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie	Lisière interne (bord de piste)	6	5
Trou de pic isolé	4	2	Dans le bois	7	1
Trous de pics communicants / Colonne creuse	2	2	Biotope environnant	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie
Ancienne insertion creuse de branche	3	2	Futaie	6	4
Fissure étroite cicatrisant	1	-	TSF	7	2
Cavité non identifiée ou incertaine	3	-	Nombre total de gîtes	13	
Emplacement du gîte	Nombre d'arbres	Arbres de la colonie	Nombre de gîtes de la colonie	6	
Tronc	8	5			
Charpentière	3	1			

**Tableau 3** – Caractéristiques des arbres-gîtes découverts lors des deux sessions de radiopistage

Le suivi du retour des individus au gîte au petit matin a permis la mise en évidence d'arbres-gîtes utilisés durant la journée. Les chauves-souris équipées occupaient le même gîte environ  $2,57 \pm 1,22$

jours consécutifs (n=12) avant d'en changer. Les individus de la colonie étant restés en moyenne  $2,71 \pm 0,95$  jours consécutifs dans le même gîte (n=8) et les mâles  $2,43 \pm 1,51$  jours consécutifs (n=4).

A noter qu'un arbre a été réutilisé par la colonie les deux années. Il s'agit d'un chêne vivant d'un diamètre de 57 cm à 1,30 m. Le gîte est une colonne creuse constituée de trous de pics communicants et se situe à environ 12 m de haut au niveau d'une charpentièrre.

### 3. Localisation

La première phase d'étude a permis d'obtenir 654 localisations, ce qui correspond en moyenne à  $163,5 \pm 54,1$  localisations par individu. Le nombre maximal de localisations est obtenu pour l'individu 3 avec 241 positions. Au total, 54,36% des 548 azimuts pris ont pu être utilisés dans l'analyse des données. La part des Homing-in est très importante avec 80,36% des localisations, ce qui permet de bien cerner les terrains de chasse individuels (**Tableau 4**).

La deuxième phase d'étude a permis de collecter 1495 localisations (le nombre d'individus équipés étant supérieur à 2011 car la colonie a été retrouvée dès le deuxième jour), ce qui correspond en moyenne à  $186,9 \pm 35,2$  localisations par individu. Un maximum de 230 positions est obtenu pour l'individu 7. Lors de cette session, la prise d'azimut n'a pas été nécessaire. La part des Homing-in est donc de 100% des localisations (**Tableau 4**).

L'étude, dans sa globalité, a permis d'obtenir un total de 2 149 localisations avec une moyenne de  $179 \pm 41$  données par individus (n=12).

N° individu	Nb de localisations	Nb d'azimuts pris en compte pour l'estimation de la position				Nb de HI	% des positions en HI	Nb azimuts pris	Nb azimuts utilisés	% azimuts utilisés
		Pentangulation	Quadriangulation	Triangulation	Biangulation					
1	115	1	4	18	33	59	51,30	272	141	51,84
3	241	-	2	9	61	169	70,12	276	157	57
4	149	-	-	-	-	149	100	-	-	-
5	149	-	-	-	-	149	100	-	-	-
6	213	-	-	-	-	213	100	-	-	-
7	230	-	-	-	-	230	100	-	-	-
8	202	-	-	-	-	202	100	-	-	-
9	210	-	-	-	-	210	100	-	-	-
10	118	-	-	-	-	118	100	-	-	-
11	170	-	-	-	-	170	100	-	-	-
12	183	-	-	-	-	183	100	-	-	-
13	169	-	-	-	-	169	100	-	-	-
Total	2149	1	6	27	94	2021	-	548	298	109
Moyenne étude	179	-	-	-	-	168,42	93,45	274,00	149,00	54,36
Ecart-type étude	41	-	-	-	-	46,83	15,81	2,83	11,31	3,57

**Tableau 4** – Synthèse des données par individu et de l'efficacité du suivi sur toute la durée de l'étude

## B. Caractérisation de l'activité

Concernant l'activité nocturne des chauves-souris, on peut constater un rythme assez homogène. Toutes les données relatives aux heures de sorties ou de rentrée aux gîtes n'ont pu être notées systématiquement de par le nombre important de gîtes utilisés.

Cependant, on peut tout de même remarquer qu'en moyenne, les chauves-souris de la colonie quittent leur gîte environ 31 minutes (n=8) après le coucher du soleil et rentrent 42 minutes avant le lever du jour. La durée moyenne de l'activité nocturne est de  $6h45 \pm 37$  minutes.

Les individus ont marqué des pauses au gîte au moins une fois durant le suivi, mais aucun n'en a réalisé de façon régulière chaque nuit. Les individus de la colonie sont retournés aux arbres-gîtes utilisés durant la journée et on parfois utilisé des arbres reposoirs. Les mâles, quant à eux, sont également retournés aux arbres-gîtes qu'ils utilisaient durant la journée mais jamais les mêmes arbres que ceux habités par la colonie et ont également utilisé des arbres reposoirs durant la nuit. Seul un reposoir à été utilisé par un mâle et une femelle (individus 11 et 12) mais à des moments différents.

Pour les mâles hors colonie, l'heure de sortie est en moyenne d'environ 37 minutes après le coucher du soleil (n=4) et l'heure de rentrée de 62 minutes avant le lever du jour. De plus la durée moyenne de l'activité est de  $6h20 \pm 17$  minutes.

## C. Eloignement au gîte

N° individus	Moyenne (m)	Ecart-type (m)	Nb de localisations	Max (m)
1	643	658	115	4870
3	224	149	241	1076
4	56	16	149	99
5	89	39	149	209
Session 2011	253	270	654	4870
6	60	34	213	206
7	453	194	230	668
8	59	48	202	231
9	162	104	210	347
10	524	257	118	736
11	393	462	170	1337
12	244	56	183	402
13	273	91	169	527
Session 2012	271	175	1495	1337
Étude	253	270	2149	4870

Lors de l'étude menée sur le Vespertilion de Bechstein, on a pu déterminer 13 arbres-gîtes utilisés par l'espèce, avec des changements de gîtes pour chaque individu au sein des périodes de suivi. Les arbres ainsi mis en évidence se situaient tous à proximité les uns des autres. Chaque chiroptère suivi a utilisé un à trois gîtes différents durant son suivi.

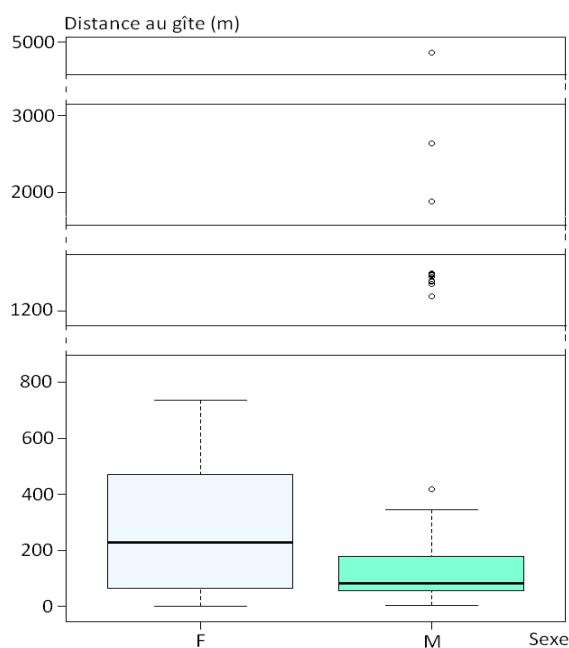
**Tableau 5** - Distance des localisations aux différents gîtes respectifs des individus suivis

La distance moyenne d'éloignement au gîte (**Tableau 5**) pour les individus de la session 2011 est d'environ  $252 \pm 269$  m (n=4). La distance maximale entre une position estimée et le gîte est obtenue pour l'individu 1, un jeune mâle, avec 4870 mètres.

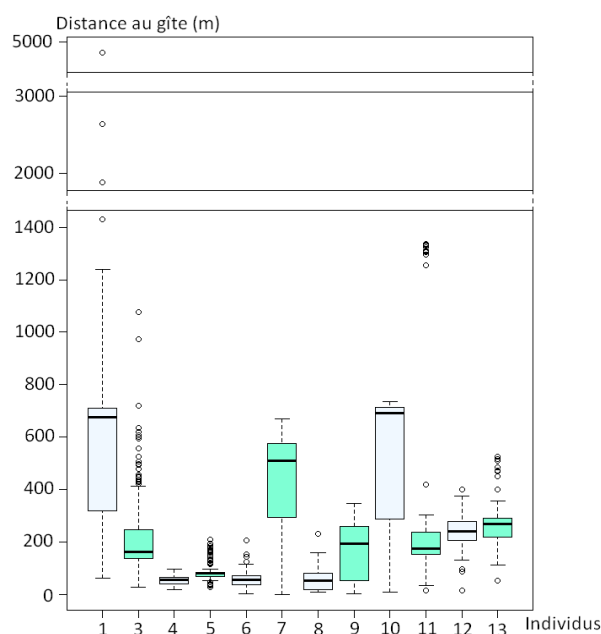
L'éloignement au gîte moyen pour la deuxième session est de  $271 \pm 174$  m (n= 8) et la distance parcourue la plus importante est de 1337 m pour l'individu 11.

Si on considère l'étude dans son ensemble, on peut estimer une distance moyenne d'éloignement au gîte de  $265 \pm 198$  m.

Les analyses statistiques n'ont pas révélé de différence significative entre mâles et femelles dans les distances parcourues vers les terrains de chasse ( $t = 0.0623$ ,  $df = 10$ , **p-value = 0.9515**) (**Figure 8**).



**Figure 8** – Distance au gîte selon le sexe



**Figure 9** – Distance au gîte selon les individus

Les variations les plus importantes sont obtenues pour l'individu 1 (**Figure 9**). Mais on note en moyenne 25% des positions dans un rayon de 70 m (**Tableau 6**).

% de positions	Distance au(x) gîte(s) en m	
	Session 2011	Session 2012
25	69	66
50	131	196
75	235	291
95	714	710

**Tableau 6** – Distances entre localisations et gîtes diurnes pour l'ensemble des positions

Une autre donnée à prendre en compte est la distance entre les différents gîtes utilisés. Pour la globalité de l'étude, une moyenne de  $146 \pm 70$  m entre les gîtes a été calculée.

## D. Domaines vitaux

### 1. Représentativité des domaines vitaux individuels

Afin que l'expertise du domaine vital soit bien évaluée, il est admis que chaque nouvelle position ne doit pas augmenter la surface du domaine vital de plus de 1% (Odum & Kuenzler, 1955).

Il est ainsi possible de vérifier si le nombre de positions obtenues lors de l'étude est suffisant, et nous permet d'atteindre un nombre seuil de localisations, en représentant graphiquement la surface du MCP en fonction du nombre de positions.

Pour que l'estimation soit acceptable, la courbe doit réaliser une asymptote. La figure 10 présente le résultat pour l'individu 10, les autres individus sont détaillés en ANNEXE 5. On observe bien sur cette figure que la courbe réalise une asymptote. On peut donc conclure que le nombre de localisations pour cet individu est représentatif de son domaine vital.

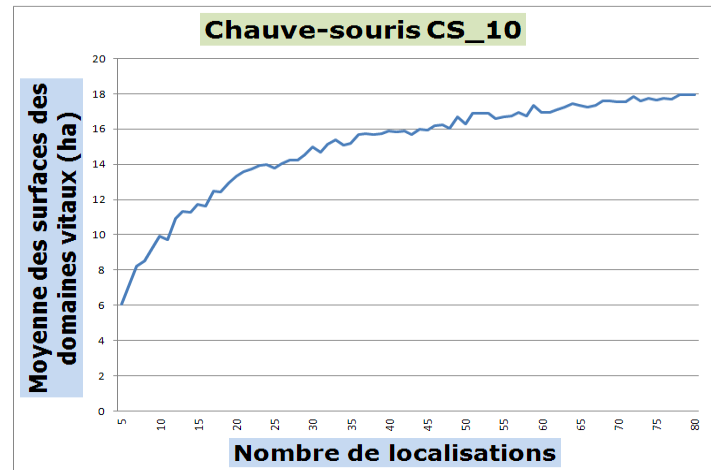


Figure 10 – Représentativité du domaine vital de l'individu 10

### 2. Surface des domaines vitaux

La carte des positions et domaines vitaux est présentée en ANNEXE 6.

La surface du domaine vital des femelles (sessions 2011 et 2012 confondues) est de 121,25 ha. Celle des mâles est de 679,84 ha. La figure 11 présente les surfaces des domaines vitaux pour chaque individu, l'échelle étant différente pour les individus 1 et 3 par rapport aux autres, leur domaine vital étant plus étendu.

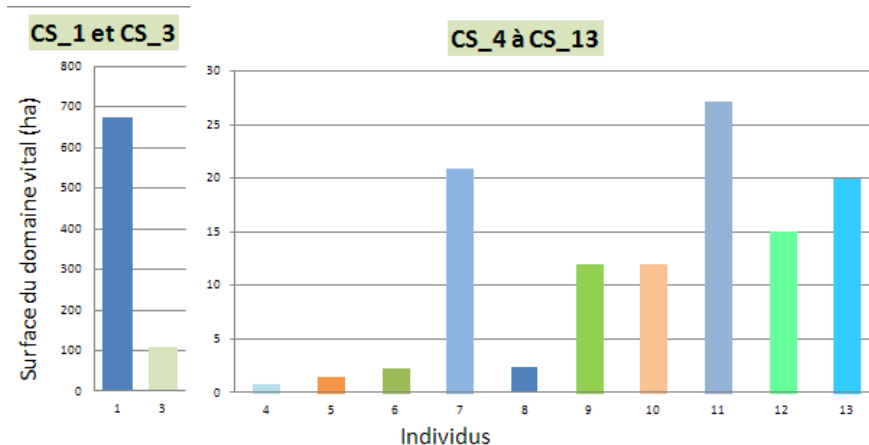


Figure 11 – Surface des domaines vitaux des individus suivis

Les analyses statistiques ont été menées sur les mâles et les femelles grâce à un test de Mann et Whitney. Les résultats ne montrent aucune différence significative quant à la taille des domaines vitaux ( $w = 17.5$  et  $p\text{-value} = 1$ ). Les autres analyses sont présentées dans la partie III. G.

La surface des domaines vitaux individuels est en moyenne de  $196,2 \pm 322,9$  ha ( $n=4$ ) pour la session 2011 contre environ  $13,9 \pm 8,8$  ha ( $n= 8$ ) pour la session 2012 (Tableau 7). Sur l'étude complète, la surface moyenne des domaines vitaux individuels est de  $74,7 \pm 191,2$  ha. Cette grande variation peut s'expliquer par la chasse lointaine d'un jeune mâle (individu 1) et par les déplacements supérieurs aux autres également de l'individu 3.

Le domaine vital le plus grand est de 674,6 ha et concerne l'individu 1 (**Tableau 7**).

Numéro individu	MCP (ha)	Kernel 50 (K50)		Kernel 95 (K95)		Nombre de noyaux K50	Nombre de noyaux K95
		ha	% MCP	ha	% MCP		
1	674,61	6,98	1,03	55,16	8,18	1	1
3	107,99	0,35	0,33	2,70	2,50	1	5
4	0,80	0,05	6,82	0,25	31,78	1	3
5	1,37	0,04	2,76	0,36	26,04	2	7
6	2,17	0,19	8,66	1,14	52,64	3	7
7	20,94	0,10	0,49	1,27	6,04	1	13
8	2,36	0,03	1,28	0,63	26,77	1	5
9	11,91	0,23	1,93	2,12	17,78	5	13
10	11,91	0,04	0,30	0,81	6,79	1	22
11	27,17	0,16	0,60	1,81	6,65	2	15
12	15,03	0,07	0,49	1,03	6,87	1	23
13	19,95	0,10	0,50	2,06	10,34	4	20
Session 1	683,55	-	-	-	-	5	16
Session 2	79,44	-	-	-	-	18	118
Total						23	134
Moyenne session 2011	196,19	1,86	2,73	14,62	17,12	1,25	4,00
Moyenne session 2012	13,93	0,12	1,78	1,36	16,73	2,25	14,75
Ecart-type session 2011	322,90	3,42	2,91	27,05	14,00	0,50	2,58
Ecart-type session 2012	8,80	0,07	2,83	0,57	16,23	1,58	6,65
Moyenne étude	74,68	0,70	2,10	5,78	16,86	1,92	11,17
Ecart-type étude	191,15	1,98	2,76	15,57	14,87	1,38	7,61

**Tableau 7** – Surface des domaines vitaux (MCP) et des zones de chasse (K50, K95)

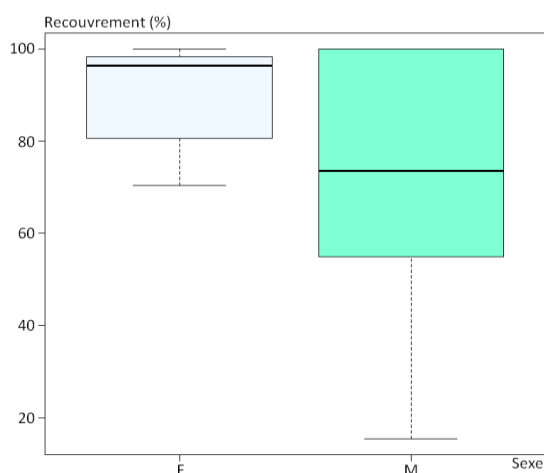
### 3. Recouvrement des domaines vitaux individuels

Le calcul du recouvrement des domaines vitaux par individu se fait par session et non sur l'ensemble des sessions afin de ne pas biaiser les résultats. En effet, le comportement des individus et les conditions écologiques des terrains de chasse ne sont plus les mêmes d'une session à une autre. De plus, il est possible que la deuxième année, des individus équipés lors de la première session soit rééquipés.

N° individu	% de recouvrement du domaine vital individuel
1	15,43
3	96,39
4	100,00
5	100,00
6	100,00
7	88,92
8	100,00
9	73,47
10	70,32
11	54,95
12	72,31
13	96,54
Moyenne session	77,96
Moyenne session	82,06
Moyenne étude	80,69

**Tableau 8** – Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels

Pour la première session d'étude, les taux de recouvrement sont très importants pour les individus 3, 4 et 5, avec des pourcentages supérieurs à 95%, l'individu 1 ayant un domaine vital bien plus étendu (**Tableau 8**).



Les taux de recouvrement de la seconde session sont en majorité moins élevés que pour l'année 2011. Malgré tout, on retrouve les mêmes secteurs forestiers que ceux utilisés par les individus de la première session (**Tableau 8**).

En moyenne pour chaque session d'étude, les taux de recouvrement sont supérieurs à 75%. Et on constate qu'en général, le taux de recouvrement des domaines vitaux des mâles M (individus 1, 5, 6, 9 et 11) est moins important que celui des femelles F (68,77% contre 89,21%). Cette différence n'est cependant pas significative comme nous avons pu le vérifier grâce au test de Mann et Whitney ( $w=14$ ,  $p\text{-value}=0.6199$ ) (**Figure 12**).

## E. Zones de chasse

### 1. Surface des zones de chasse

Les surfaces des zones de chasse ont été déterminées grâce à la méthode des kernels, nécessitant le calcul d'un facteur de lissage H (**Tableau 7 et Figure 13**). Celui-ci définit la taille et la forme du territoire de chasse. Plus le facteur de lissage est grand, plus la surface calculée est importante.

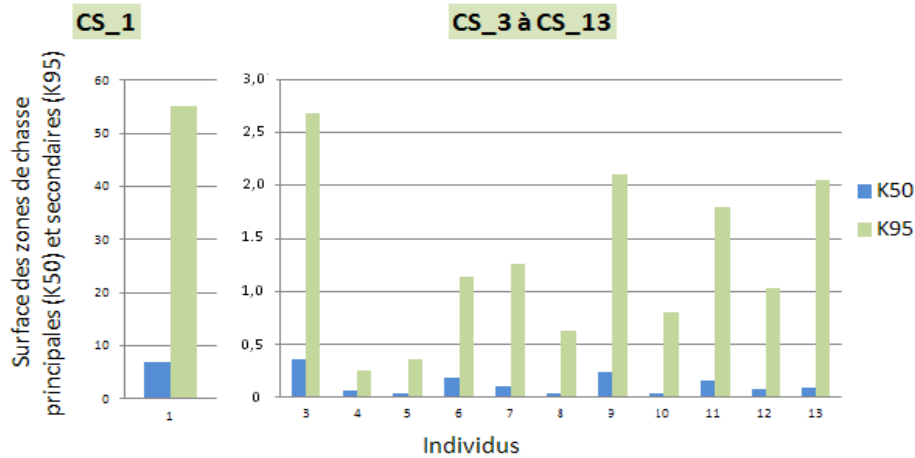


Figure 13 – Surface des zones de chasse pour l'ensemble des individus suivis

Pour la session 2011, les zones de chasse exclusives (K50) représentent en moyenne  $2,73 \pm 2,91\%$  du domaine vital individuel, ce qui correspond à une surface de  $1,86 \pm 3,42$  ha. De plus, chaque individu possède en moyenne  $1,25 \pm 0,50$  territoires de chasse (**Tableau 7 et ANNEXE 7**).

Pour la seconde période d'étude, les zones de chasse exclusives (K50) représentent  $2,91 \pm 2,83\%$  du domaine vital individuel, correspondant à une surface de  $3,42 \pm 0,07$  ha. On dénombre en moyenne  $2,25 \pm 1,58$  territoires de chasses par individu (**Tableau 7 et ANNEXE 7**).

Les variations de la surface de ces zones de chasse exclusives entre les mâles et les femelles ne présentent pas de différence significative ( $w = 27$ ,  $p\text{-value} = 0.149$ ) (**Figure 14**).

En ce qui concerne les territoires de chasse secondaires (K95), 16 zones ont pu être mises en évidence pour la première session avec en moyenne  $4 \pm 2,58$  territoires par individu. Ces surfaces occupent environ  $17,124 \pm 14,003\%$  du domaine vital individuel, ce qui représente des zones de  $14,62 \pm 27,05$  ha.

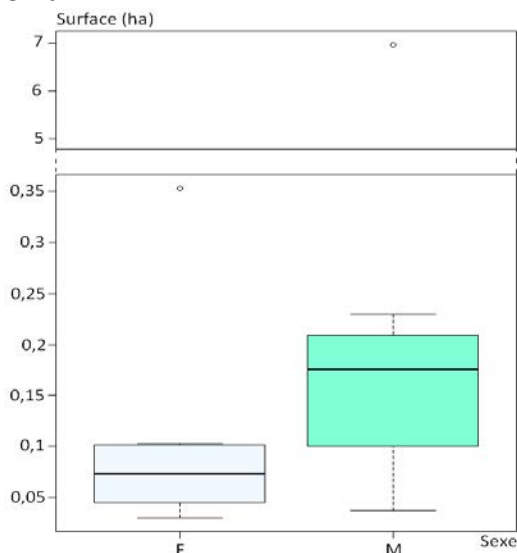


Figure 14 – Surface des zones de chasse exclusives (K50)

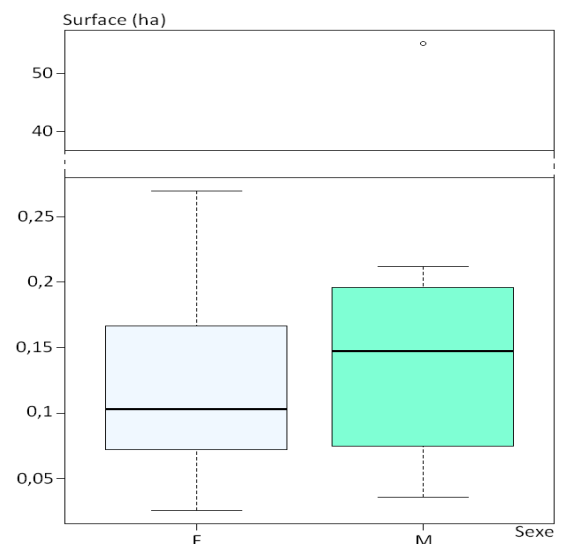


Figure 15 – Surface des zones de chasse secondaires (K95)

De plus, 118 zones ont été déterminées lors de la deuxième session avec une moyenne de  $14,75 \pm 6,65$  territoires par individu. Ces zones représentent environ  $16,73 \pm 16,23\%$  du domaine vital individuel, ce qui équivaut à une surface de  $1,36 \pm 0,57$  ha.



Les variations de la surface de ces zones de chasse secondaires entre les mâles et les femelles ne présentent pas de différences significatives ( $w = 23$ ,  $p\text{-value} = 0.4318$ ) (**Figure 15**).

## 2. Recouvrement des zones de chasse

Lors de la session 2011, les zones de chasse exclusives (K50) des individus 3 et 5 se recourent entre au niveau d'un boisement de feuillus (mélange chêne/hêtre), dans la Forêt Domaniale de Sturzelbronn. Les individus 1 et 4 ont, quant à eux, des zones de chasse exclusives bien différenciées (**ANNEXE 7**).

Lors de la seconde session, les individus ont des zones de chasse exclusives bien distinctes les unes des autres, mis à part les individus 8 et 9 dont un noyau kernel se recoupe au niveau d'un îlot de sénescence de feuillus (**ANNEXE 7**).

Au niveau des zones de chasse secondaires (K95), celle de l'individu 1 ayant une surface très importante, elle recouvre celles des individus 3, 4 et 5 pour l'année 2011. Cependant, l'individu 3 possède encore deux zones de chasse non couvertes par une autre chauve-souris (**ANNEXE 7**).

Pour l'année 2012, les zones de chasse secondaires de tous les individus se recourent. Cependant seul l'individu 6 n'a pas de zone qui lui est propre. Les autres disposent de plusieurs noyaux où ils sont les seuls à aller chasser (**ANNEXE 7**).

## 3. Terrains de chasse

Pour les quatre individus suivis lors de la première période d'étude, vingt terrains de chasse ont pu être mis en évidence grâce aux *Homing-in*, soit en moyenne 5 par individu.

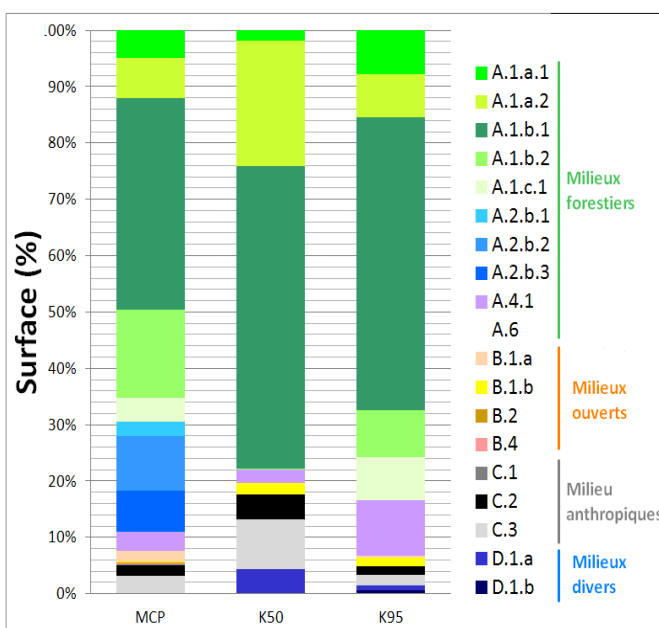
Pour les huit individus suivis lors de la seconde période, c'est 62 terrains qui ont pu être découverts, soit environ 7,75 par individu.

Certains *Homing-in* ont montré l'utilisation simultanée du même territoire par deux individus (**Annexe 8**) mais ce cas de figure ne s'est rencontré que rarement durant les suivis.

Chaque terrain de chasse a été utilisé de façon régulière au cours de la nuit avec une grande fidélité de la part des individus équipés. En effet, nous avons pu constater que les chauves-souris suivies revenaient au fil des nuits sur les mêmes terrains de chasse, toujours à peu près aux mêmes heures. De plus, certains individus ont chassé en perchoir lors de la nuit.

# F. Sélection de l'habitat

## 1. Comparaison entre domaines vitaux et zones de chasse



**Figure 16** – Comparaison graphique entre les habitats disponibles au sein des domaines vitaux ( $n=12$ ) et les habitats présents au sein des zones de chasse.

La figure 16 présente la répartition par surface utilisée des différents habitats cartographiés et donc de l'occupation du sol au sein des domaines vitaux individuels et des zones de chasse individuelles pour l'ensemble des individus suivis (légende en **ANNEXE 4**). On constate que les zones forestières sont très majoritairement utilisées et au sein de ces zones, les boisements de feuillus d'âge mûr sont privilégiés.

## Analyse compositionnelle des domaines vitaux individuels et des zones de chasse exclusives

L'analyse compositionnelle est basée sur la comparaison de la composition des milieux présents sur les zones de chasse (K50 et K95), avec celle des domaines vitaux individuels (MCP). L'ANNEXE 9 présente les résultats de l'analyse concernant l'ensemble de l'étude. Les habitats présentant des valeurs nulles sont retirés avant analyse et les habitats avec de très faibles valeurs sont regroupés en Autres Zones Forestières (AZF), Autres Zones Ouvertes (AZO), Zones Anthropiques (ZA) et Zones Diverses (ZD).

Ainsi, les Vespertillons de Bechstein utilisent préférentiellement comme zones de chasse exclusives par ordre décroissant : les forêts de feuillus d'âge mûr (A.1.b.1) > les îlots de sénescence de feuillus (A.4.1) > les zones de type prairie (B.1.a) > ZA > ZD > AZO > AZF > les forêts de résineux d'âge mûr (A.1.b.2) > les jeunes forêts de feuillus (A.1.a.1) > les forêts de jeunes résineux (A.1.a.2) .

De même, les Vespertillons de Bechstein utilisent préférentiellement comme zones de chasse secondaires par ordre décroissant dans : les forêts de feuillus d'âge mûr (A.1.b.1) > les îlots de sénescence (A.4.1, un seul utilisé, de type futaie régulière de feuillus) > les zones de type prairie (B.1.a) > ZA > ZD > AZO > AZF > les forêts de résineux d'âge mûr (A.1.b.2) > les jeunes forêts de feuillus (A.1.a.1) > les forêts de jeunes résineux (A.1.a.2).

### Intervalle de Bonferroni (ANNEXE 9)

Le calcul des intervalles de Bonferroni réalisé sur les zones de chasse exclusives (K50) montre pour l'ensemble de l'étude une sélection positive des bois de feuillus d'âge mûr (A.1.b.1) et des jeunes peuplements de feuillus (A.1.a.1). Au contraire, les bois de résineux (A.1.b.2, A.1.a.2), les prairies (B.1.a) et autres zones forestières (AZF) sont évités.

Les intervalles de Bonferroni basés sur les zones de chasse secondaires (K95) montrent une préférence marquée pour les bois de feuillus d'âge mûr (A.1.b.1), des jeunes peuplements de feuillus (A.1.a.1) et des îlots de sénescence (A.4.1). Les bois de résineux (A.1.b.2, A.1.a.2), les prairies (B.1.a) et autres zones forestières (AZF) étant évités.

### Analyse factorielle des rapports de sélection individuelle

Cette analyse utilise le nombre de localisations par habitat pour chaque individu. On remarque que les habitats sélectionnés sont différents selon les individus (ANNEXE 9). Les individus 1, 3, 9 et 11 montrent des similarités avec la fréquentation de l'habitat A.4.1. Ceci se traduit par des zones de chasse communes, superposées ou très proches. Au contraire, les femelles 8 et 10 utilisent des habitats assez variés. On peut voir que les individus 4, 5 et 6 sélectionnent les boisements de feuillus d'âge mûr (A.1.b.1). De plus, l'individu 12 a tendance à rechercher les boisements de résineux d'âge mûr (A.1.b.2) et l'individu 13 utilise majoritairement des zones ouvertes de type prairie (B.1.a). Enfin, la femelle 7 fréquente principalement les boisements de jeunes feuillus (A.1.a.1).

## 2. Description des terrains de chasse

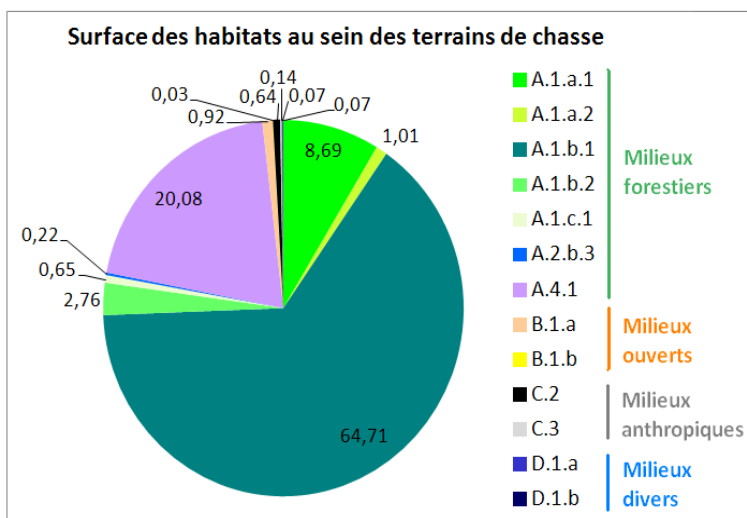
Quelques photos des terrains de chasse sont visibles en ANNEXE 12.

### Habitats des terrains de chasse

Les terrains de chasse répertoriés dans l'ANNEXE 8 sont analysés ici.

La surface des habitats recensés dans les terrains de chasse montre une dominance des habitats forestiers de feuillus à 94,13% comparés aux résineux à 3,76% (Figure 17). Les autres habitats sont très minoritaires (moins de 1%).

Figure 17 – Surface des habitats au sein des terrains de chasse.



## Structure horizontale des habitats recensés

### ✓ Indice de mosaïcité

On remarque que la répartition homogène des habitats est très importante pour le Vespertilion de Bechstein avec presque 99% des terrains de chasse possédant un indice M1 ou M2 (**Tableau 9**). L'indice M4, décrit pour un terrain de chasse, est composé d'un boisement de feuillus accompagné d'une plantation de résineux, d'une clairière ainsi que d'un jeune peuplement de chênes.

Indice de mosaïcité	Description	Nombre de terrain de chasse	%
M1	Maille homogène ; habitat dominant > 90% de la surface	59	71,95
M2	Habitat dominant entre 50 et 90% de la surface en répartition groupée	22	26,83
M3	Habitat dominant entre 50 et 90% de la surface en répartition éclatée	0	0,00
M4	Habitat dominant < 50% de la surface ; reste composé d'une multiplicité d'habitats de faible surface	1	1,22

**Tableau 9** – Indice de mosaïcité des terrains de chasse

### ✓ Constitution des terrains de chasse

Les terrains de chasse sont principalement constitués d'un ou deux habitats, ce qui appuie le faible indice de mosaïcité (**Tableau 10**).

Nombre d'habitats	Nombre de terrain de chasse	%
Un habitat	59	71,95
Deux habitats	22	26,83
Trois habitats	0	0,00
Quatre habitats ou plus	1	1,22

**Tableau 10** – Constitution des terrains de chasse

La présence de bois mort a également été quantifiée sur ces terrains de chasse mais la très faible proportion présente peut être considérée comme négligeable.

### ✓ Habitats dominants et associations d'habitats

Un habitat			Deux habitats			Trois habitats ou plus		
Type d'habitat	Nb	%	Habitat dominant	Nb	%	Habitat dominant	Nb	%
Chênaie - Hêtraie	45	76,27	Chênaie - Hêtraie	11	50	Chênaie - Hêtraie	1	100
Hêtraie	1	1,69	Hêtraie	1	4,55			
Chênaie	2	3,39	Peuplement de jeunes chênes	6	27,27			
Peuplement de jeunes chênes	3	5,08	Plantation de Douglas	3	13,64			
Pinède	4	6,78	Prairie	1	4,55			
Prairie	4	6,78						

**Tableau 11** – Habitats présents sur les terrains de chasse dans les cas de un habitat, deux habitats et trois habitats et plus

Dans le cas d'un habitat par terrain de chasse, on observe une prédominance de la Chênaie-Hêtraie à plus de 76%. Dans le cas où l'on a deux habitats, les feuillus sont à nouveau majoritaires avec entre autre 50% de Chênaie-Hêtraie et plus de 27% de jeunes chênes (**Tableau 11**).

Un unique cas de terrain de chasse composé de trois habitats ou plus a été constaté. Il présente également une dominance de la Chênaie-Hêtraie (**Tableau 11**).

### ✓ Ouverture/fermeture des terrains de chasse

Au sein des terrains de chasse identifiés, on note que la dominance va aux habitats fermés, ce qui est en accord avec la préférence pour les habitats forestiers (**Tableau 12**).

		Nb	%
Un seul habitat	fermé	55	67
	ouvert	4	5
Deux habitats	ouvert/ouvert	0	0
	fermé/fermé	7	9
	fermé/ouvert	15	18
Trois habitats et plus	dominance fermé	1	1
	dominance ouvert	0	0

**Tableau 12** – Degré d'ouverture/fermeture des habitats présents au sein des terrains de chasse

## Structure verticale des habitats présents

### ✓ Stratification

La majorité des terrains de chasse identifiés présente les trois strates arborée-arbustive-herbacée A-a-h (n = 57). Seules quatre zones possèdent deux strates arborée-herbacée A-h ou arborée-arbustive A-a. Et enfin, 18 terrains de chasse possèdent uniquement une strate arborée et trois une strate herbacée (**Tableau 13**). Il faut cependant noter que la strate herbacée n'a pas été relevée avec un indice d'abondance mais uniquement par la présence/absence. Et dans la majorité des cas, cette présence était faible (inférieure à 25%).

Nombre de strates dans l'habitat dominant	Strates	Nb	%
Présence de 3 strates	A-a-h	57	69,51
Présence de 2 strates	A-a	2	2,44
	A-h	2	2,44
	a-h	0	0,00
Présence d'une strate	A	18	21,95
	a	0	0,00
	h	3	3,66

**Tableau 13** – Structure verticale des terrains de chasse

### ✓ Taux de recouvrement

Seuls trois terrains de chasse mis en évidence ne possèdent pas de strate arborescente. Pour les 79 autres terrains, près de 78% montrent un taux de recouvrement supérieur à 50% (**Tableau 14**).

Lorsque la strate arbustive est décrite, elle présente un taux de recouvrement majoritairement entre 0 et 50%. Enfin, la strate herbacée est présente sur 84% des terrains de chasse.

		Nombre de terrains de chasse		Pourcentage
Terrains de chasse composés d'au moins un habitat possédant une strate arborée	dont le recouvrement maximum est compris entre	75 et 100 %	39	38,24
		50 et 75 %	40	39,22
		25 et 50 %	4	3,92
		0 et 25 %	19	18,63
Terrains de chasse composés d'au moins un habitat possédant une strate arbustive	dont le recouvrement maximum est compris entre	75 et 100 %	1	1
		50 et 75 %	4	4,26
		25 et 50 %	34	36,17
		0 et 25 %	55	58,51
Terrains de chasse composés d'au moins un habitat possédant une strate herbacée		69	63,9	

**Tableau 14** – Taux de recouvrement des différentes strates présentes dans les terrains de chasse

Malheureusement, aucun test statistique n'a pu être réalisé sur ces variables afin de mettre en évidence ou non des différences significatives au niveau des variables relevées.

## G. Autres résultats (tableaux statistiques en ANNEXE 11)

Les analyses statistiques, en plus d'être menées sur les mâles et les femelles, ont été réalisées pour :

- **Les individus de la colonie 2011 (n=3) VS les individus de la colonie 2012 (n=5)** : afin de mettre en évidence ou non un effet année.

- ✓ Eloignement au gîte : pas de différence significative (**p-value = 0.9844**)
- ✓ Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels : pas de différence significative (**p-value=1**)
- ✓ Surface des domaines vitaux : pas de différence significative (**p-value = 0.5714**)
- ✓ Surface des zones de chasse : pas de différence significative ni pour les K50, ni pour les K95 (**p-value K50 = 0.25** et **p-value K95 = 0.5714**)

Ces analyses indiquent que les individus de la colonie 2011 ont les mêmes comportements que les individus de la colonie 2012. C'est-à-dire que les deux femelles post-allaitantes et le jeune mâle ont les mêmes habitudes que les femelles allaitantes et que l'état reproducteur n'a pas d'incidence.

- **Les individus de la colonie 2011/2012 (n=8) VS les mâles hors colonie (n=4)** : afin de mettre en évidence ou non un effet colonie.

- ✓ Eloignement au gîte : pas de différence significative (**p-value = 0.2939**)
- ✓ Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels : pas de différence significative (**p-value= 0.7954**)
- ✓ Surface des domaines vitaux : pas de différence significative (**p-value = 0.3949**)
- ✓ Surface des zones de chasse : pas de différence significative ni pour les K50, ni pour les K95 (**p-value K50 = 0.5697** et **p-value K95 = 1**)

Les tests réalisés montrent une similarité des comportements entre les individus de la colonie et les mâles hors colonie, indiquant que les mâles n'ont pas un comportement significativement différent de celui des individus au sein d'une colonie de parturition.

- **Les femelles adultes (n=7) VS les mâles adultes (n=3)** : afin de mettre en évidence ou non un effet des jeunes mâles, à l'aide d'un test *a posteriori* comparant les individus deux à deux.

- ✓ Eloignement au gîte : pas de différence significative (**p-value = 0.6535**)
- ✓ Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels : pas de différence significative (**p-value= 0.4465**)
- ✓ Surface des domaines vitaux : pas de différence significative (**p-value = 0.909**)
- ✓ Surface des zones de chasse : pas de différence significative ni pour les K50, ni pour les K95 (**p-value K50 = 0.1167** et **p-value K95 = 0.4395**)

Les analyses ne donnent aucune différence significative entre les mâles adultes et les femelles adultes. Ceci nous indique que l'âge n'influe apparemment pas sur les comportements des individus suivis durant notre étude.

Les moyennes de chaque groupe sont synthétisées dans le **Tableau 15**, ainsi que les surfaces du domaine vital total de chaque groupe d'individus et les moyennes des distances entre les gîtes et la durée d'occupation de ces deniers pour chaque groupe.

		Individus de la colonie 2011 VS		Individus de la colonie 2011/2012 VS mâles hors		Femelles adultes VS mâles adultes	
		Colonie 2011	Colonie 2012	Colonie 2011/2012	Mâles hors colonie	Femelles adultes	Mâles adultes
<b>Eloignement au gîte (m)</b>	<b>Moyenne</b>	307,30	310,72	309,44	176,14	261,84	205,06
<b>Taux de recouvrement des DV individuels (%)</b>	<b>Moyenne</b>	70,61	85,62	79,99	82,10	89,21	76,14
<b>Surface des domaines vitaux (ha)</b>	<b>Total</b>	683,55	45,84	688,93	42,65	121,25	40,10
<b>Surface des zones de chasse (ha)</b>	<b>K50</b>	<b>Moyenne</b>	2,46	0,07	0,15	0,11	0,19
	<b>K95</b>	<b>Moyenne</b>	19,37	1,16	7,99	1,36	1,25
<b>Distances entre gîtes (m)</b>	<b>Moyenne</b>	140,46	79,67	139,41	112,2	144,09	132,16
<b>Durée d'occupation des gîtes (jours)</b>	<b>Moyenne</b>	3,00	2,50	2,71	2,43	2,83	2,80

**Tableau 15** – Synthèse des moyennes pour chaque groupe et variable testés et surface des domaines vitaux (DV) des groupes

## IV. DISCUSSION/CONCLUSION

✿ **Phénologie** : Durant notre étude, lors de la première session, les sorties de gîtes des individus de la colonie ont eu lieu en moyenne 50 min (n=9) après le coucher du soleil tandis que pendant la deuxième session, elles se sont déroulées en moyenne 19 min (n=20) après. Cette différence peut être expliquée par le fait que lors de la première session, les femelles étaient post-allaitantes alors qu'en 2012, les femelles allaitaient encore leur jeune, partant chasser plus tôt car leurs besoins énergétiques étaient plus importants.

La durée de l'activité nocturne est assez homogène sur l'ensemble de l'étude avec en moyenne 6 heures 45 min passées hors du gîte pour les individus des colonies contre environ 6 heures 20 min pour les mâles hors colonie. Seuls deux individus (4 et 11) montrent une activité légèrement moins importante (5h16 et 5h59). Les études se focalisant sur les terrains de chasse, il n'y a aucune donnée comparative sur les périodes d'activité.

Chaque individu a marqué au moins une pause dans la nuit. Lors de la deuxième session, les femelles rentraient 4 à 5 fois par nuit au gîte utilisé pendant la journée, pendant quelques minutes, afin d'allaiter leur jeune. Les mâles comme les femelles ont également utilisé des arbres reposoirs au cours de leur activité nocturne. Ces arbres ont parfois été utilisés pendant très peu de temps suggérant une chasse en perchoir, comme la décrit [Schofield et Morris \(2000\)](#) plutôt qu'une pause réelle.

Des modifications de ces comportements ont cependant été notées cette année durant deux nuits où des orages se sont déclarés. Les individus étaient sortis et lorsque les conditions météorologiques se sont détériorées, ils sont retournés au gîte pendant une longue période et ne sont repartis en chasse qu'une fois l'orage passé.

En ce qui concerne la fréquentation des gîtes, les individus 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12 et 13 ont chacun utilisé deux gîtes, comme montré par [Fitzsimons et al. \(2002\)](#) pour un temps de suivi des individus semblable à celui de notre étude. Les autres bêtes (4, 10 et 11) n'en ayant qu'un seul pendant la durée de l'étude. Cependant, aucune différence n'a été notée entre les femelles allaitantes et post-allaitantes contrairement aux résultats de [Bohnenstengel \(2012\)](#). Les autres analyses n'ont également rien montré de significatif ce qui suggère que tous les individus ont eu des comportements relativement similaires durant l'étude. Au total, 13 arbres ont pu être découverts dont 6 pour la colonie. La durée d'occupation des gîtes est d'environ 3,17 jours consécutifs, ce qui confirme les données de [Kerth et al. \(2001a\)](#) affirmant un changement de gîte régulier des Vespertillons de Bechstein.

Les arbres-gîtes utilisés par les Vespertillon de Bechstein étaient distants en moyenne de  $146 \pm 70$  m les uns des autres, en majorité au sein d'une seule parcelle forestière, comme l'a également constaté [Bohnenstengel \(2012\)](#). En moyenne, les gîtes utilisés par les mâles sont distants de 107 m contre 144 m pour les femelles. Ces données sont importantes pour la prise en considération de l'espèce et de son domaine vital dans la gestion forestière appliquée par l'ONF. De plus, un arbre a été utilisé en 2011 puis en 2012 par la colonie, ce qui prouve une fidélité des individus à la zone comme ont pu le montrer [Kerth et al. \(2001a\)](#).

Nous avons également pu constater que lors d'un changement de gîte, les femelles équipées se trouvant dans le même arbre ont toujours quitté leur abri pour un nouveau en même temps, ce qui appuie les résultats de [Kerth et Reckard \(2003\)](#) et [Kerth et al. \(2006\)](#) sur la transmission d'information au sein des colonies et la prise de décisions de groupe. Ceci met également en évidence la fission-fusion présente au sein des colonies de parturition ([Kerth et König, 1999](#)).

### ✿ **Domaines vitaux, zones de chasse et terrains de chasse**

○ **Distance d'action** : Lors de notre étude, l'éloignement moyen des individus au gîte se situait entre 59 et 643 m, ce qui est inférieur aux valeurs entre 300 et 980 m de [Schofield et Morris \(2000\)](#), avec une moyenne de 253 m, à nouveau bien moindre que les distances moyennes autour de 700 m relevées par [Hill et Greenaway \(2005\)](#) et [Fitzsimons et al. \(2002\)](#). On peut donc supposer que ces faibles distances au gîte témoignent d'une bonne qualité de l'habitat.

Cependant, l'individu 1 a effectué un déplacement record de 4,9 km afin d'aller chasser sur le camp militaire de Bitche. On sait cependant qu'il est allé encore plus loin mais l'interdiction d'accéder au camp militaire n'a pas laissé la possibilité de continuer à le suivre. Cette donnée est très proche des 5,2 km, parcourus cependant par une femelle post-allaitante, montrés par [Bohnenstengel \(2006\)](#), mais dans la majorité des études, les maximales enregistrées étaient de 1,5 ([Hill et Greenaway, 2005](#)) à 2 ([Barataud et al., 2005](#), [Lecampion, com. pers.](#)) ou 3 km ([Thépaut, com. pers.](#)). Une telle distance est coûteuse en énergie pour les Vespertillons de Bechstein, notamment pour un jeune, à cause de leurs ailes courtes et larges. Les seules explications pour l'éloignement de ce juvénile semble une faible abondance de proies l'ayant poussé à aller chasser plus loin que les autres individus de sa colonie, ou encore une recherche de nouveaux territoires en prévision de son expulsion future de la colonie.

- **Utilisation des terrains et zones de chasse :** Le nombre de terrains de chasse utilisés par les Vespertillon de Bechstein est variable. On peut cependant noter que les individus que nous avons suivis ont montré une grande fidélité à leurs terrains de chasse en y revenant chaque nuit et à des heures similaires. A titre d'exemple, l'individu 7 est revenu durant 5 nuits consécutives à heures régulières sur 4 de ses 6 terrains de chasse. Ceci a également été constaté par [Fitzsimons et al. \(2002\)](#). Ce comportement est sans doute dû à l'importante philopatrie des femelles qui même d'une année sur l'autre reviennent sur les mêmes zones au moment de la mise-bas et de l'élevage des jeunes ([Kerth et al., 2001a](#) ; [Arthur et Lemaire, 2009](#) ; [Durrant et al., 2009](#)).

Les terrains de chasse les plus exploités sont ceux proches des arbres-gîtes.

Lors de changements de terrains, les individus ont effectué des déplacements très rapides pour se rendre d'une zone à l'autre (du bas du vallon vers le plateau en passant par la zone de l'arbre-gîte, parcourant environ 600 m en une minute à peine).

Pour l'ensemble des individus, on note 23 zones de chasse exclusives (soit en moyenne 1,92 par individu avec environ 11,17 zones de chasse secondaires par chiroptère). A noter que ces zones sont globalement en nombre moins important pour les femelles que pour les mâles. Une partie des terrains de chasse mis en évidence est exploitée par plusieurs individus, à des périodes différentes de la nuit, mais certains sont bien spécifiques d'un seul individu (une seule chauve-souris a utilisée cette zone durant l'étude), ce qui va dans le sens des résultats de [Barataud et al. \(2005\)](#) et de [Kerth et al. \(2001b\)](#), quant à la transmission des localisations des terrains de chasse entre individus.

Une information supplémentaire est à noter : lors du radiopistage, des écoutes au détecteur d'ultrasons ont été menées sur de courtes périodes de Homing-in. Ces écoutes n'ont rien donné, ce qui tend à appuyer les dires de [Siemers et Swift \(2006\)](#), sur le fait que le Vespertillon de Bechstein est une espèce qui chasse à l'affût, majoritairement à l'audition passive plutôt qu'avec l'écholocation. Cependant, il se peut également que l'animal chasse dans la canopée, ou comme il n'émet qu'à quelques mètres et que la précision des HI est de 30 m, qu'il ne soit pas à la portée du détecteur.

Autre donnée importante, les mâles capturés en 2012 ont tous utilisés des terrains de chasse proches ou superposant ceux des femelles, contrairement à ce que constataient [Kerth et König \(1999\)](#) quant à l'isolement des individus de ce sexe et [Kerth et al. \(2008\)](#) qui montraient une grande dispersion des mâles.

- **Zones de chasse et domaines vitaux :** Les surfaces des domaines vitaux varient de 0,79 ha (pour l'individu 4) à 674,61 ha (pour l'individu 1 (entre 6,9 et 386,9 pour [Bohnenstengel, 2006](#)). Aucune différence significative n'est montrée au sein des groupes étudiés. En moyenne, le domaine vital individuel est de 74,68 ha, ce qui est bien supérieur aux 1,2 ha mis en évidence par [Fitzsimons et al. \(2002\)](#). Cette moyenne est à prendre avec précaution du fait du domaine vital énorme de l'individu 1. Si on retire ce dernier des analyses, on obtient une moyenne de 20,14 ha, ce qui est en accord avec la bibliographie (21 ha pour [Kerth et al., 2001b](#) ; 20,7 ha pour [Albrecht et al., 2002](#) in [Bohnenstengel, 2006](#)).

De plus, le recouvrement des domaines vitaux est assez important pour chaque individu (mis à part l'individu 1 avec 15,43%) avec en moyenne 80,69%, ce qui indique que les individus partagent leurs

domaines vitaux et aussi que quelques zones de chasse peuvent être exploitées par plusieurs individus, comme ont pu le constater [Barataud et al. \(2005\)](#). Cependant, ceci a été constaté à des horaires différents ou exceptionnellement nous avons pu enregistrer la présence de deux individus en même temps. D'autres études sont en cours en Alsace et en Loire-Atlantique et les résultats ne sont donc pas encore publiés.

Les zones de chasse exclusives mise en évidence par les kernels 50 ont une surface moyenne de 0,69 ha (n=12), à la différence des 7,83 ha de [Barataud et al. \(2005\)](#). Cependant, il faut prendre en compte les valeurs du facteur de lissage H utilisé pour l'évaluation des kernels 50 et 95 (K50 et K95). Dans notre cas, les valeurs de H sont faibles du fait des suivis uniquement par *Homing-in* de 10 bêtes sur 12 (le facteur de lissage est ainsi déterminé uniquement sur l'erreur du GPS). On peut donc penser que nos valeurs sont très proches de la réalité.

Concernant le régime alimentaire, des proies ont pu être récupérées directement dans la gueule de deux individus. Il s'agissait d'insectes de la famille des Géométridés (le mauvais état des chenilles n'a pas permis une détermination plus précise). Ces insectes posent parfois problèmes aux forestiers ce qui peut être un bon argument pour protéger *Myotis bechsteinii*.

○ **Habitats de chasse :** Dans notre étude, les Vespertillons de Bechstein sélectionnent majoritairement les forêts de feuillus d'âge mûr, ce qui a déjà été constaté dans de nombreuses études ([Schofield et Morris, 2000](#) ; [Borel et al., 2007](#) ; [Napal et al., 2010](#) ; [Plank et al., 2011](#)). Les peuplements de résineux, les milieux ouverts et les milieux anthropiques sont quant à eux plutôt évités. Cependant, certains individus ont chassé durant quelques minutes dans une plantation de pins Douglas en fond de vallon comme cela a également pu être constaté par [Barataud et al., 2005](#). De plus, deux individus sont allés chaque nuit chasser en zone ouverte de type prairie, aux abords de la forêt.

L'indice de mosaïcité montre une préférence pour les habitats à structure horizontale très uniforme. L'analyse du degré d'ouverture/fermeture vient confirmer cela avec une préférence pour des milieux forestiers, avec une strate arborescente très présente. [Plank et al. \(2011\)](#) ont d'ailleurs montré que le Vespertillon de Bechstein montrait un intérêt pour le couvert des arbres lors de son activité de chasse. Une forte stratification semble appréciée lors de la chasse avec la présence d'une strate arborescente (avec un taux de recouvrement entre 50 et 100%), d'une arbustive (entre 0 et 50% et le recouvrement optimal est entre 15 et 30% selon [Meschede et Heller, 2000](#)) et d'une herbacée (pour laquelle uniquement la présence ou l'absence a été relevée). Le bois mort a été relevé mais sa présence était négligeable voir nulle. Cependant, d'autres études ont montré un fort intérêt de l'espèce pour les chablis et donc l'exploitation du bois mort ([Bas et Bas, 2011](#) ; [Bohnenstengel, 2012](#)). En définitive, les habitats les plus attractifs pour l'espèce dans le contexte paysager du pays de Bitche sont les milieux forestiers feuillus, assez homogènes, très structurés verticalement avec une strate arborescente moins dense que la strate arbustive.

✿ **Analyses statistiques :** J'ai souhaité développer une partie statistique séparée des autres résultats dans cette discussion car les groupes que nous avons choisis pour les analyses ne sont pas pris en compte dans d'autres études, ce qui ne laisse pas de point de comparaison possible.

En fonction des captures que nous avons réalisées sur le terrain, nous avons pu distinguer 4 groupes : Mâles VS femelles (n=5 et n=7), Colonie 2011 VS colonie 2012 (n=3 et n=5), Individus des colonies 2011/2012 VS mâles hors colonie (n=8 et n=3), Femelles adultes VS mâles adultes (n=7 et n=3). Sur ces 4 groupes, j'ai réalisé des statistiques concernant l'éloignement au gîte, la surface des domaines vitaux, la surface des zones de chasse (K50 et K95) et le taux de recouvrement.

Aucun test n'a montré de différence significative entre les deux échantillons testés. Cela nous laisse penser que les mâles et les femelles que nous avons suivis ont des comportements relativement semblables bien que la littérature décrit les mâles comme isolés et avec des zones plus étendues que les femelles ([Kerth et al., 2002b](#)). Au sein des individus de la colonie, les femelles allaitantes contre les femelles post-allaitantes et le jeune mâle (individu 1) ont apparemment des habitudes similaires. Cela signifie que pour chacun de ces groupes d'individus, la situation du milieu et sa disponibilité en



ressources sont suffisantes pour que chaque individu, même les femelles allaitantes, ait un comportement semblable malgré des besoins énergétiques différents.

Logiquement, il n'y a aucune différence significative entre la colonie et les mâles, ni même entre les femelles adultes et les mâles adultes.

Nos résultats doivent donc être considérés ainsi pour le moment, en attendant que d'autres études viennent confirmer ou infirmer cela.

✿ **Limites techniques et biologiques du radiopistage :** Le poids de l'émetteur est souvent le facteur limitant pour étudier et suivre les chauves-souris. Cependant, depuis quelques années, avec la miniaturisation de ces derniers, les études ont pu se développer. Ainsi, avec nos émetteurs de 0,36 g, nous ne dépassons en moyenne pas 3,67% du poids de l'animal, ce qui est bien en dessous des 5% recommandés (Bontadina *et al.*, 2002).

Les conditions biologiques peuvent également être un frein au suivi des chiroptères. En effet, les périodes de « stress » sont à éviter (mise bas, gestation, allaitement) lorsqu'on équipe des individus. Cependant, dans notre cas, pour l'année 2011 seulement des femelles post allaitantes ont été équipées, mais pour 2012, les naissances ont eu lieu plus tard que prévu (sans doute à cause d'une météo peu favorable avec des températures trop fraîches pour la saison) ce qui nous a contraint à équiper des femelles encore allaitantes. C'est pourquoi pour minimiser le plus possible les effets de l'équipement, seuls des individus en bonne santé ont été équipés.

Autre inconvénient, la tenue des émetteurs et leur fonctionnement. Les émetteurs sont prévus pour ne rester collés à l'animal que quelques jours. Pour nous, cela a été suffisant pour acquérir suffisamment de données. Cependant, une bonne partie de nos émetteurs ont eu des problèmes et parfois on ne les recevait plus au récepteur ce qui nous a, à 3 reprises, contraint à abandonner le suivi d'un individu, sans savoir si les données acquises seraient suffisantes.

✿ **Conclusion :** Cette étude des territoires de chasse du Vespertilion de Bechstein de la forêt de Sturzelbronn (57), inscrite dans le cadre du Plan de Restauration des Chiroptères de Lorraine, apporte de nombreuses informations nécessaires à la mise en place de mesures de conservation.

Nos résultats nous montrent que le Vespertilion de Bechstein affectionne particulièrement les forêts de feuillus d'âge mûr donc des habitats forestiers, fermés et bien structurés.

Concernant les arbres-gîtes utilisés, une majorité de feuillus est occupée (11 arbres sur un total de 13), tous vivants. Le diamètre le plus souvent rencontré est entre 41 et 50 cm. Les cavités sont des trous de pics ou des anciennes insertions de branches et se situent en moyenne à plus de 10 m du sol, majoritairement sur le tronc. Le biotope environnement est à moitié de la futaie Chêne-Hêtre et à moitié du taillis-sous-futaie (TSF).

Ces informations nous permettent ainsi d'envisager, avec le concours de l'ONF, de mettre en place une gestion de la forêt afin d'assurer la pérennité de cette zone dans les années à venir et ainsi protéger *M. bechsteinii* :

- Mise en place d'un plan de gestion adapté autour des arbres gîtes et des terrains de chasse,
- Marquage et conservation des arbres à cavité comme gîtes potentiels,
- Préservation de la forêt et favorisation des îlots de sénescence,
- Limitation des apports de pesticides en forêt et en lisière.

Concernant le bois mort, il est nécessaire de le conserver comme source d'alimentation. Cependant, dans la forêt de Sturzelbronn, le bois mort est quasiment absent. Sa conservation devra donc être valable si un jour sa proportion augmente de façon importante.

Grâce à la bibliographie et aux connaissances acquises lors de cette étude, les résultats pourront être en partie étendus à d'autres colonies afin de protéger leurs terrains de chasse favorables. Notre étude apporte également des connaissances sur les mâles qui sont souvent peu étudiés à l'avantage des colonies de parturition, mais suit tout de même dans les grandes lignes les modèles de préférence du Vespertilion de Bechstein (pour les forêts de feuillus, les forêts fermées et homogènes).

## V. BIBLIOGRAPHIE

- Aebischer, N.J., Robertson, P.A. & Kenward, R.E.**, 1993. Compositional Analysis of Habitat Use From Animal Radio-Tracking Data. *Ecology*, 74(5), p.1313-1325.
- Albrecht, K., Hammer, M. and Holzhaider, J.**, 2002. Telemetrische Untersuchungen zum Nahrungshabitatanspruch der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) in Nadelwäldern bei Amberg in der Oberpfalz. Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 71: 109-130.
- Arthur, L. & Lemaire, M.**, 2009. *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse* Biotope éd.
- Barataud, M. et al.**, 2005. *Etude d'une colonie de mises-bas de Myotis bechsteinii Kuhl, 1817 - Sélection des gîtes et des habitats de chasse, régime alimentaire, implications dans la gestion de l'habitat forestier*, Colombeix.
- Bas, Eric & Bas, Eddy**, 2011. *Chiroptères et naturalité des peuplements forestiers. Première approche. Les chauves souris pour inspirer un plan de restauration des forêts*,
- Bensettiti, F. & Gaudillat, V.**, 2002. «Cahiers d'habitats» Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales*. La Documentation française. Paris.
- Bohnenstengel, T.**, 2006. Niche segregation in two sympatric gleaning bat species *Myotis bechsteinii* and *Plecotus auritus*.
- Bohnenstengel, T.**, 2012. Roost selection by the forest-dwelling bat *Myotis bechsteinii* (Mammalia: Chiroptera): implications for its conservation in managed woodlands. *Bulletin de la société neuchâteloise de sciences naturelles*, (132), p.47 - 62.
- Bontadina, F., Schofield, H. & Naef-Daenzer, B.**, 2002. Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *Journal of Zoology London*, p.281-290.
- Borel, C., Jouan, D. & Gaillard, M.**, 2007. Recherche des chiroptères arboricoles en Lorraine. Méthodologie et premiers résultats sur le Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*).
- Burt, W.H.**, 1943. Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), p.346-352.
- CPEPESC Lorraine**, 2009. *Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine*,
- CPEPESC Lorraine & Neomys**, 2009. *Plan de restauration des Chiroptères en Lorraine - Période 2009-2012*, DIREN Lorraine.
- CRPFLA**, 2006. Schéma Régional de Gestion Sylvicole de Lorraine.
- Dietz, C., Von Helversen, O. & Nill, D.**, 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord - Biologie, caractéristiques, protection* Delachaux et Niestlé.
- Dupont, R.W.**, Plan régional de restauration des chiroptères du Nord-Pas de Calais.
- Durrant, C.J. et al.**, 2008. Evidence of recent population bottlenecks and inbreeding in British populations of *Bechstein's bat, Myotis bechsteinii*. *Conservation Genetics*, 10(2), p.489-496.
- Fitzsimons, P., Hill, D. & Greenaway, Frank**, 2002. *Patterns of habitat use by female Bechstein's bats (Myotis bechsteinii) from a maternity colony in a British woodland*, School of Biological Sciences, University of Sussex.
- Gaucher, A.**, 2009. *Le Murin de Bechstein - Myotis bechsteinii, la Barbastelle d'Europe - Barbastella barbastellus - Sélection de l'habitat: méthodologie et premiers résultats en Rhône-Alpes*, Lyon, France - GCRA - CORA Faune Sauvage.
- Grémillet X.**, 1999. Habitat et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrices - le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. *Le Rhinolophe*, Vol spéc. 2 : 119-125.
- Godineau, F. & 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.
- Havasova, M.**, 2011. *Allongement annuel du Hêtre (Fagus sylvatica L.) et de l'Erable (Acer pseudoplatanus L.) en fonction de différentes quantités de lumière dans la forêt primaire Badin (Slovaquie)*.
- Hill, D.A. & Greenaway, F.**, 2005. Effectiveness of an acoustic lure for surveying bats in British woodlands. *Mammal Review*, 35(1), p.116-122.
- IFN**, 1997. Inventaire Forestier National, Département de la Moselle.
- Janeau, G.**, 1998. Localisation de balises radio-émettrices VHF portées par des mammifères terrestres: principes, précision, limites et contraintes. *Actes*, Amiens 97, p.11-18.
- Kenward, R.E.**, 1987. *Wildlife radio tagging: equipment, field techniques and data analysis*, London: Academic Press.
- Kerth, G. et al.**, 2008. Communally breeding *Bechstein's bats* have a stable social system that is independent from the postglacial history and location of the populations. *Molecular Ecology*, 17(10), p.2368-2381.
- Kerth, G. et al.**, 2003. Social interactions among wild female *Bechstein's bats (Myotis bechsteinii)* living a maternity colony. *Acta ethologica*, (5), p.107-114.
- Kerth, G., Ebert, C. & Schmidtke, C.**, 2006. Group decision making in fission-fusion societies: evidence from two-field experiments in *Bechstein's bats*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1602), p.2785-2790.
- Kerth, G. & König, B.**, 1999. *Fission, Fusion and nonrandom associations in female Bechstein's bats (Myotis bechsteinii)*. *Behaviour*, 136, p.1187-1202.
- Kerth, G., Mayer, F. & Petit, E.**, 2002b. Extreme sex-biased dispersal in the communally breeding, nonmigratory *Bechstein's bat (Myotis bechsteinii)*. *Molecular Ecology*, 11(8), p.1491-1498.

- Kerth, G. & Melber, M.**, 2009. Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species. *Biological Conservation*, 142(2), p.270-279.
- Kerth, G. & Petit, E.**, 2005. Colonization and dispersal in a social species, the Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Molecular Ecology*, (14), p.3943-3950.
- Kerth, G. & Reckardt, K.**, 2003. Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. *Proceedings of the Royal Society of London*, 270, p.511-515.
- Kerth, G., Safi, K. & König, B.**, 2002a. Mean colony relatedness is a poor predictor of colony structure and female philopatry in the communally breeding Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Behavioural and Ecological Sociobiology*, 52, p.203-210.
- Kerth, G. & Van Schaik, J.**, 2011. Causes and consequences of living in closed societies: lessons from a long-term socio-genetic study on Bechstein's bats. *Molecular Ecology*.
- Kerth, G., Wagner, M. & König, B.**, 2001b. Roosting together, foraging apart: information transfer about food in unlikely to explain sociality in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behavioural and Ecological Sociobiology*, 50, p.283-291.
- Kerth, G., Weissmann, K. & König, B.**, 2001a. Day roost selection in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. *Oecologia*, 126, p.1-9.
- Kervyn T.**, 1999. Variations saisonnières du régime alimentaire du Grand murin *Myotis myotis* (Chiroptera : Vespertilionidae) en Belgique. in : *Actes des 7èmes Rencontres Nationales "Chauves-souris" - Bourges*, les 29-30-11-1997. SFPEM, Paris, pp 9-22.
- Lenth, R.V.**, 1981. On Finding the Source of a Signal. *Technometrics*, 23(2), p.149-154.
- Levadoux, D.**, 2003. *Cartographie et description des habitats de chasse du Petit Rhinolophe (Rhinolophus hipposideros, Bechstein, 1800) en Corse, déterminés par radio-tracking. Mise en place d'un protocole d'étude. Première analyse des résultats.*
- Lutz S.**, 1999. *Etude du régime alimentaire du Grand murin Myotis myotis par analyse du guano.* Mém. Lic. Bio. Gén., Univ. Le Havre.
- McGavin, G.**, 2007. *La vie en danger*, Gründ.
- Meinig, H.U. et al.**, 2009. A review of negative impact factors threatening mammal populations in Germany. In *Mammal conservation in Europe: status and priorities. Collection of papers from the 5th European Congress of Mammalogy, Siena, Italy, 21-26 September 2007.* p. 279–290.
- Meschede, A. & Heller, K-G.**, 2000. *Ökologie und Schutz von Fledermausen in Wäldern.* Landwirtschafts-Verlag, Münster Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Heft 66 (2. Auflage 2002), p. 70-87.
- Meschede, A. & Heller, K-G.**, 2003. Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe*, 16, p.1-248.
- Mohr, C.**, 1947. Table of equivalent population of North American small mammals. *American Midland Naturalist*, 37, p.223-249.
- Nams, V.O.**, 2000. *Locate II*, Truro, Nova Scotia: NSAC.
- Napal, M. et al.**, 2010. Habitat selection by *Myotis bechsteinii* in the southwestern Iberian Peninsula. *Annales Zoologici Fennici*, 47, p.239-250.
- Némoz, M.**, 2007. *Etude de l'activité et des habitats de chasse des Rhinolophes euryales (Rhinolophus euryale) de la colonie de Magnagues (Lot, France)*, Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères.
- Neu, C.W., Byers, C.R. & Peek, J.M.**, 1974. A Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *The Journal of Wildlife Management*, 38(3), p.541-545.
- Odum, E.P. & Kuenzler, E.J.**, 1955. Measurement of Territory and Home Range Size in Birds. *The Auk*, 72(2), p.128-137.
- Roué S., Barataud M., Gourvenec A.**, 1999. Plan de restauration des Chiroptères – 1999-2003 – CPEPESC Franche-Comté / SFPEM. 34 p.
- Schofield, H. & Morris, C.**, 2000. *Ranging behaviour and habitat preferences of female Bechstein's bat, Myotis bechsteinii (Kuhl, 1818), in summer with a review of its status, distribution, behaviour and ecology in the UK*, The Vincent Wildlife Trust.
- Shiel C., Mcaney C., Sullivan C., Fairley J.**, 1997. Identification of Arthropod Fragments in Bat Droppings. *Mammal Society*, 17, London, 56 p.
- Siemers, B.M. & Swift, S.M.**, 2006. Differences in sensory ecology contribute to resource partitioning in the bats *Myotis bechsteinii* and *Myotis nattereri* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Behavioural and Ecological Sociobiology*, 59, p.373-380.
- Stéphan, A.**, 2011. *Etude des territoires de chasse en milieux forestiers du Vespertilion de Bechstein Myotis bechsteinii*, CPEPESC Lorraine.
- Tillon, L. & Réseau Mammifères, A.**, 2008. Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, Conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances. *Office National des Forêts*.
- UICN France, ONCFS & SFPEM.** 2009. Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine, 1 2p.
- Vincent, S.**, 2007. Etude de l'activité et des terrains de chasse exploités par le Minioptère de Schreibers en vue de sa conservation.
- Vuinée, L.**, 2010. *Étude des terrains de chasse en milieux forestiers du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe et implications de la préservation des Chiroptères en gestion forestière*, Centre ornithologique Rhône-Alpes et Faune sauvage – Groupe Chiroptères.
- White, G.C. & Garrott, R.A.**, 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. *Academic Press, San Diego*.
- Wolz, I.**, 1992. *Zur Ökologie der Bechsteinfledermaus Myotis bechsteini (Kühl, 1818) (Mammalia: Chiroptera)*. PhD thesis. University of Erlangen-Nürnberg.
- Worton, B.J.**, 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1), p.164-168.





## Bilan du stage

Je suis ravie du stage que j'ai effectué au sein de la CPEPESC-Lorraine car je ne partais de rien. D'une part, je ne connaissais que très peu le milieu associatif, et d'autre part, je n'avais que très peu de connaissances sur les chiroptères.

★★★

Après 6 mois et demi, si je regarde tout ce que j'ai pu découvrir, je trouve ça très enthousiasmant. J'ai pu participer à la prospection de gîtes hivernaux afin d'effectuer des comptages, j'ai recherché des gîtes potentiels en forêt (blockhaus), j'ai assisté à l'épidémiosurveillance active avec l'ANSES sur deux colonies de chauve-souris, assisté à des animations sur les chiroptères et réalisé deux semaines d'inventaire en forêt et deux semaines de radiopistage.

★★★

Je pense avoir entrevu une bonne partie de ce qu'il faut découvrir sur les chauves-souris grâce à ce stage et à l'envie de partager leurs connaissances des membres de la CPEPESC-Lorraine.

J'espère que tout cela pourra me servir dans mes expériences futures.



# ANNEXES



*Photographie : Myotis bechsteinii ([www.bats.org.uk](http://www.bats.org.uk))*







## TABLE DES ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b> : Fiche de relevé individuelle .....	1
<b>ANNEXE 2</b> : Méthodologie de cartographie de la zone d'étude .....	1
<b>ANNEXE 3</b> : Fiche relevé des paramètres des placettes de « Homing-in » .....	2
<b>ANNEXE 4</b> : Cartographie de la zone d'étude.....	3
<b>ANNEXE 5</b> : Représentativité des domaines vitaux des individus suivis.....	4
<b>ANNEXE 6</b> : Carte des domaines vitaux pour l'ensemble de l'étude (a) puis pour chaque groupe d'étude (b) .....	6
<b>ANNEXE 7</b> : Carte de localisation des zones de chasse exclusives (K50) et secondaires (K95).....	8
<b>ANNEXE 8</b> : Carte de localisation des <i>Homing-in</i> .....	9
<b>ANNEXE 9</b> : Analyse compositionnelle des domaines vitaux individuels et des zones de chasse exclusives et secondaires.....	10
<b>ANNEXE 10</b> : Tableaux statistiques des analyses mâles VS femelles .....	12
<b>ANNEXE 11</b> : Tableaux statistiques des autres résultats.....	12
<b>ANNEXE 12</b> : Photographies de quelques terrains de chasse.....	15



## ANNEXE 1 : Fiche de relevé individuelle

Fiche de suivi												
Observateurs			Nuit du		au		Feuille n°					
			Couleur B V R J									
Ind.	Heure		GPS X	GPS Y	(Lieu dit)	Az ou Hom	Qualité	Activité (G/T/C)	Intensité			
	Heure	Min.							<90°	90°	>90°	
									Forse	3	3	2
									Moyenne	2	2	1
									Faible	2	1	1
Remarques												

## ANNEXE 2 : Méthodologie de cartographie de la zone d'étude

Structures paysagères	Type d'habitats	Sous-type d'habitats		Code
		Classe d'âge	Essences	
Milieux forestiers <b>A</b>	Futaie régulière et Taillis sous futaie <b>1</b>	Peuplement jeune <b>a</b>	Feuillus <b>1</b>	A.1.a.1
			Résineux <b>2</b>	A.1.a.2
		Peuplement d'âge moyen à mûr <b>b</b>	Feuillus <b>1</b>	A.1.b.1
			Résineux <b>2</b>	A.1.b.2
		Parcelles en régénération <b>c</b>	Feuillus <b>1</b>	A.2.c.1
			Résineux <b>2</b>	A.2.c.2
	Futaie irrégulière <b>2</b>	Peuplement jeune <b>a</b>	Feuillus <b>1</b>	A.2.a.1
			Résineux <b>2</b>	A.2.a.2
		Peuplement d'âge moyen à mûr <b>b</b>	Feuillus <b>1</b>	A.2.b.1
			Résineux <b>2</b>	A.2.b.2
			Mixtes <b>3</b>	A.2,b,3
	Ilots de vieillissement <b>3</b>		Feuillus <b>1</b>	A.3.1
			Résineux <b>2</b>	A.3.2
Ilots de senescence <b>4</b>		Feuillus <b>1</b>	A.4.1	
		Résineux <b>2</b>	A.4.2	
Autres zones forestières <b>5</b>			A.5	
Vides boisables <b>6</b>			A.6	
Zones à objectifs écologiques <b>7</b>		Feuillus <b>1</b>	A.7.1	
		Résineux <b>2</b>	A.7.2	
Réserves biologiques <b>8</b>			A.8	
Milieux ouverts <b>B</b>	Milieu agricole <b>1</b>	Prairies <b>a</b>	B.1.a	
		Cultures <b>b</b>	B.1.b	
	Clairière <b>2</b>		B.2	
	Trouée <b>3</b>		B.3	
Milieux anthropiques <b>C</b>	Pelouse <b>4</b>		B.4	
	Bâtiments <b>1</b>		C.1	
	Réseaux routiers <b>2</b>		C.2	
Autres milieux <b>D</b>	Jardins/Parcs arborés <b>3</b>		C.3	
	Zones humides <b>1</b>	Etang <b>a</b>	D.1.a	
		Ripisylve <b>b</b>	D.1.b	

Clairière = quelques ares à quelques hectares (CRPFLA, 2006)

Trouée = de 100 à 400 m<sup>2</sup> (en général, <100 m<sup>2</sup>) (HAVAŠOVÁ, 2011)

## Fiche : Homing in

Numéro	HI :
Coordonnées GPS	
Distance au gîte utilisé la journée précédant la chasse	
Indice de mosaïcité	M1 - Maille homogène ; habitat dominant > 90 % de la surface
	M2 - Habitat dominant entre 50 % et 90 % de la surface, en répartition groupée
	M3 - Habitat dominant entre 50 % et 90 % de la surface, en répartition éclatée
	M4 - Habitat dominant < 50 % de la surface, le restant composé d'une multiplicité d'habitat de faible surface
Type d'habitats présents et % du taux de recouvrement	
Exposition	
Pente (%)	

N° des fiches habitats associées :

## Fiche : Habitats

Numéro :	HI :	
Types d'habitat		
Strate arborée	Couverture	0 - absente
		1 - < 25 %
		2 - 25 à 50 %
		3 - 50 à 75 %
	4 - 75 à 100 %	
	Essence dominante :	
Essence secondaire :		
Hauteur maximale :		
G (surface terrière)		
Age (diamètre)		
Strate arbustive	Couverture	0 - absente
		1 - < 25 %
		2 - 25 à 50 %
		3 - 50 à 75 %
	4 - 75 à 100 %	
	Essence dominante :	
Essence secondaire :		
Hauteur maximale :		
Strate herbacée	1 - présente	
	0 - absente	
	Essence dominante :	
	Essence secondaire :	
Hauteur maximale :		
Présence de bois mort		

**ANNEXE 4 : Cartographie de la zone d'étude**  
 (Le détail des habitats se trouve en ANNEXE 2)

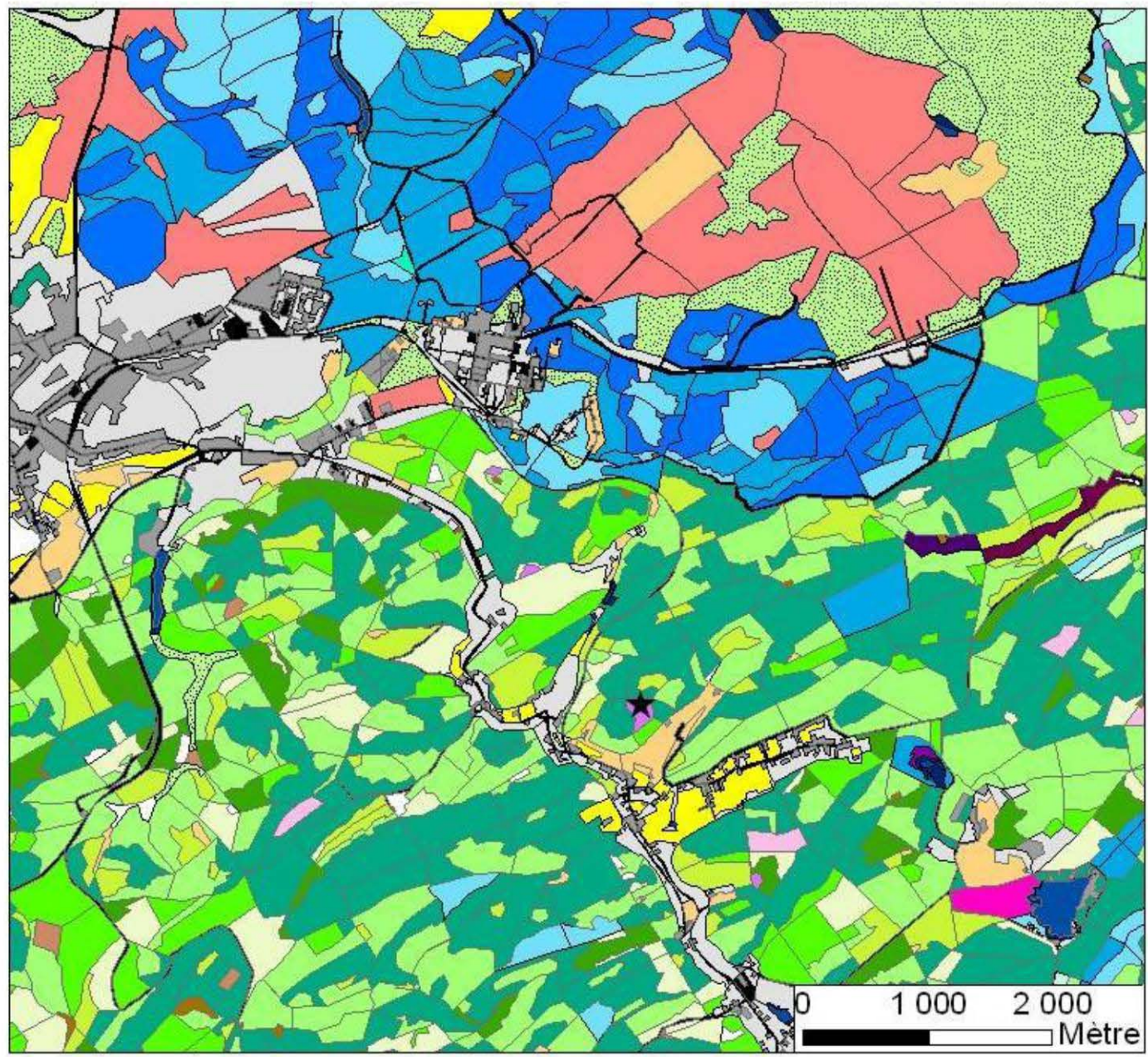


**Légende**

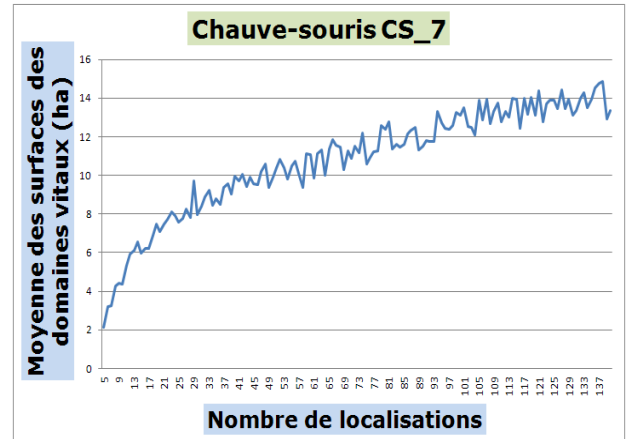
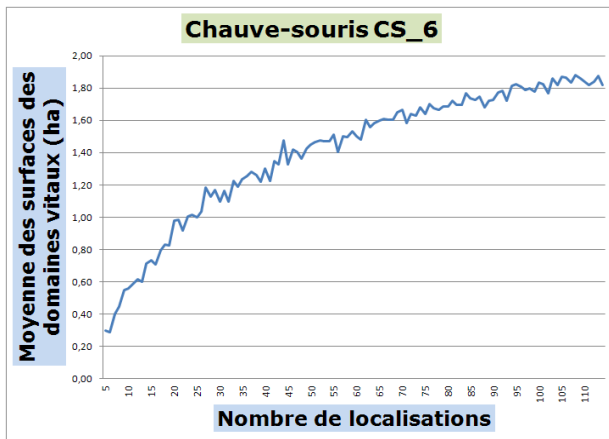
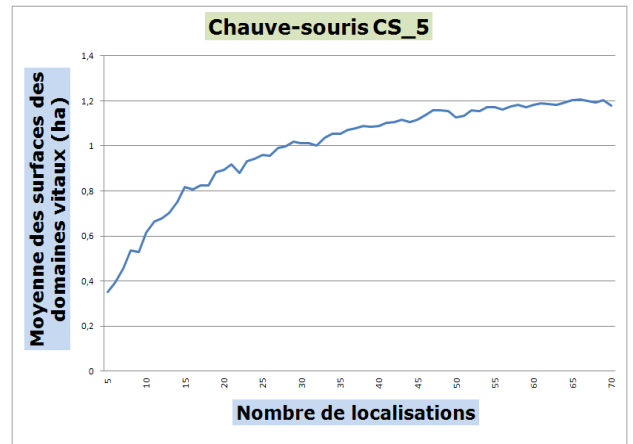
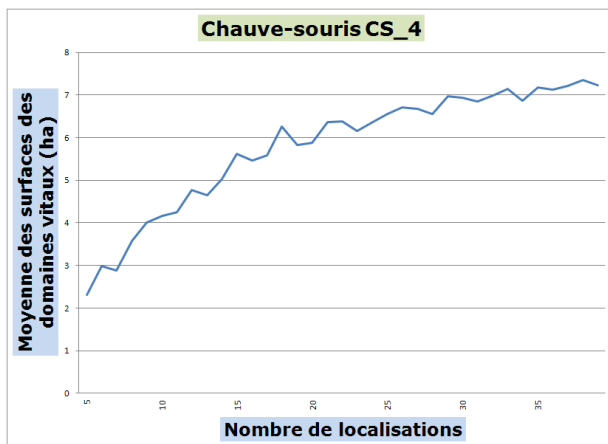
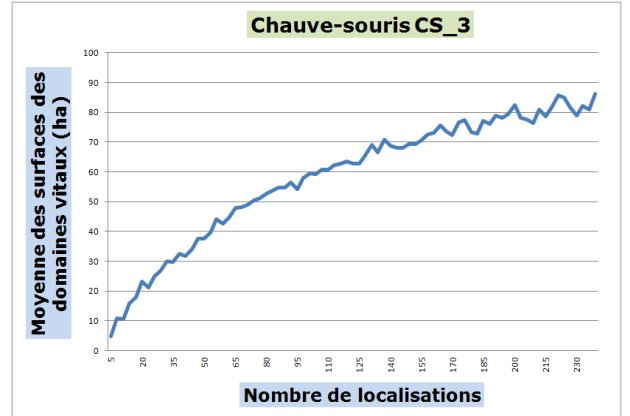
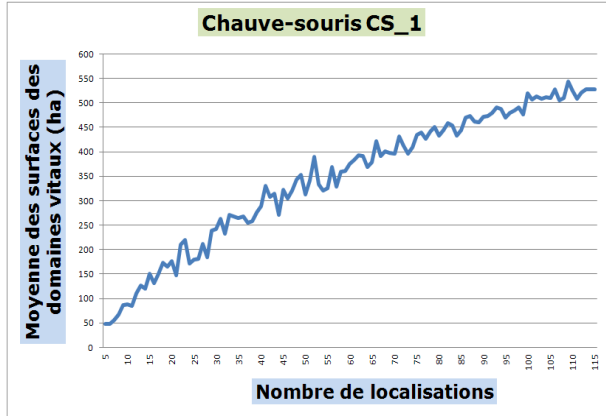
★ Site d'étude

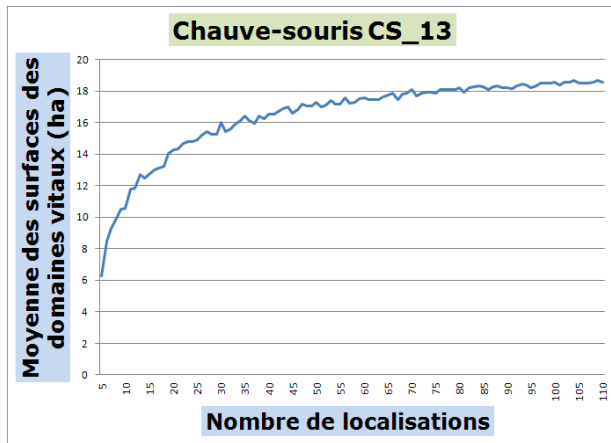
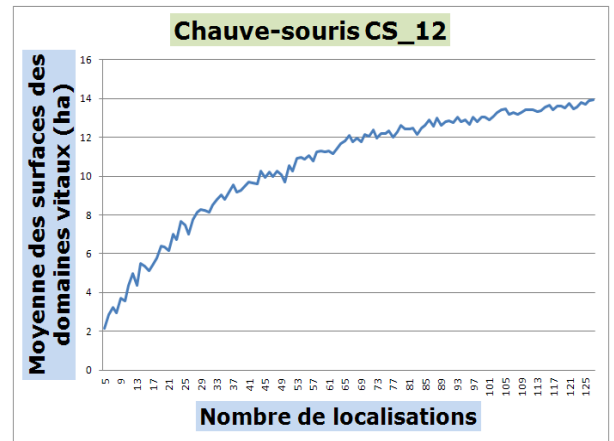
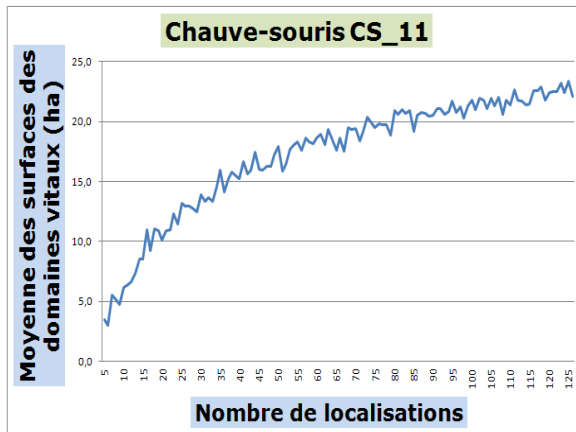
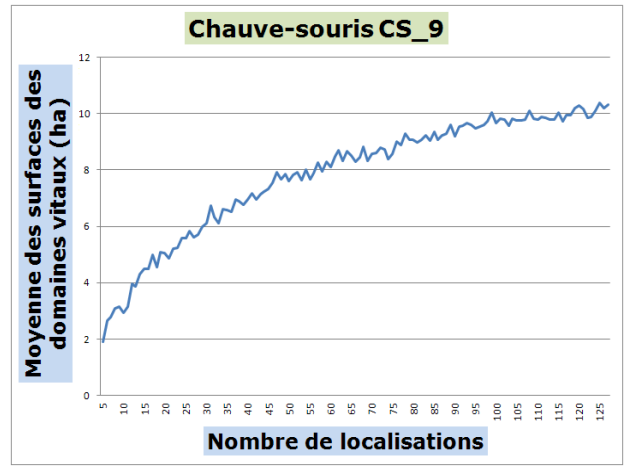
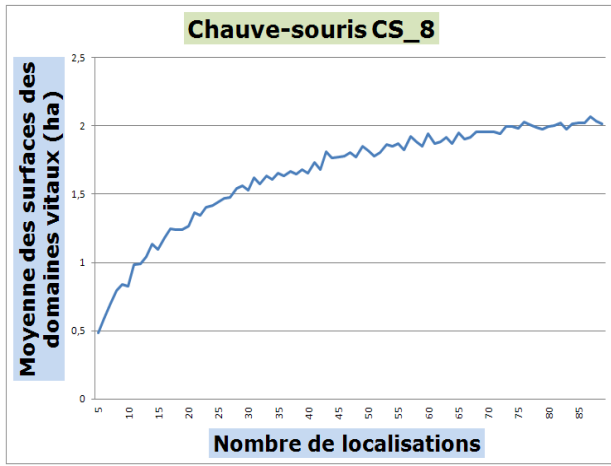
Cartographie des habitats

- |         |       |
|---------|-------|
| A.1.a.1 | A.5   |
| A.1.a.2 | A.6   |
| A.1.b.1 | A.7.1 |
| A.1.b.2 | A.7.2 |
| A.1.c.1 | A.8   |
| A.1.c.2 | B.1.a |
| A.2.a.1 | B.1.b |
| A.2.a.2 | B.2   |
| A.2.b.1 | B.3   |
| A.2.b.2 | B.4   |
| A.2.b.3 | C.1   |
| A.3.1   | C.2   |
| A.3.2   | C.3   |
| A.4.1   | D.1.a |
| A.4.2   | D.1.b |



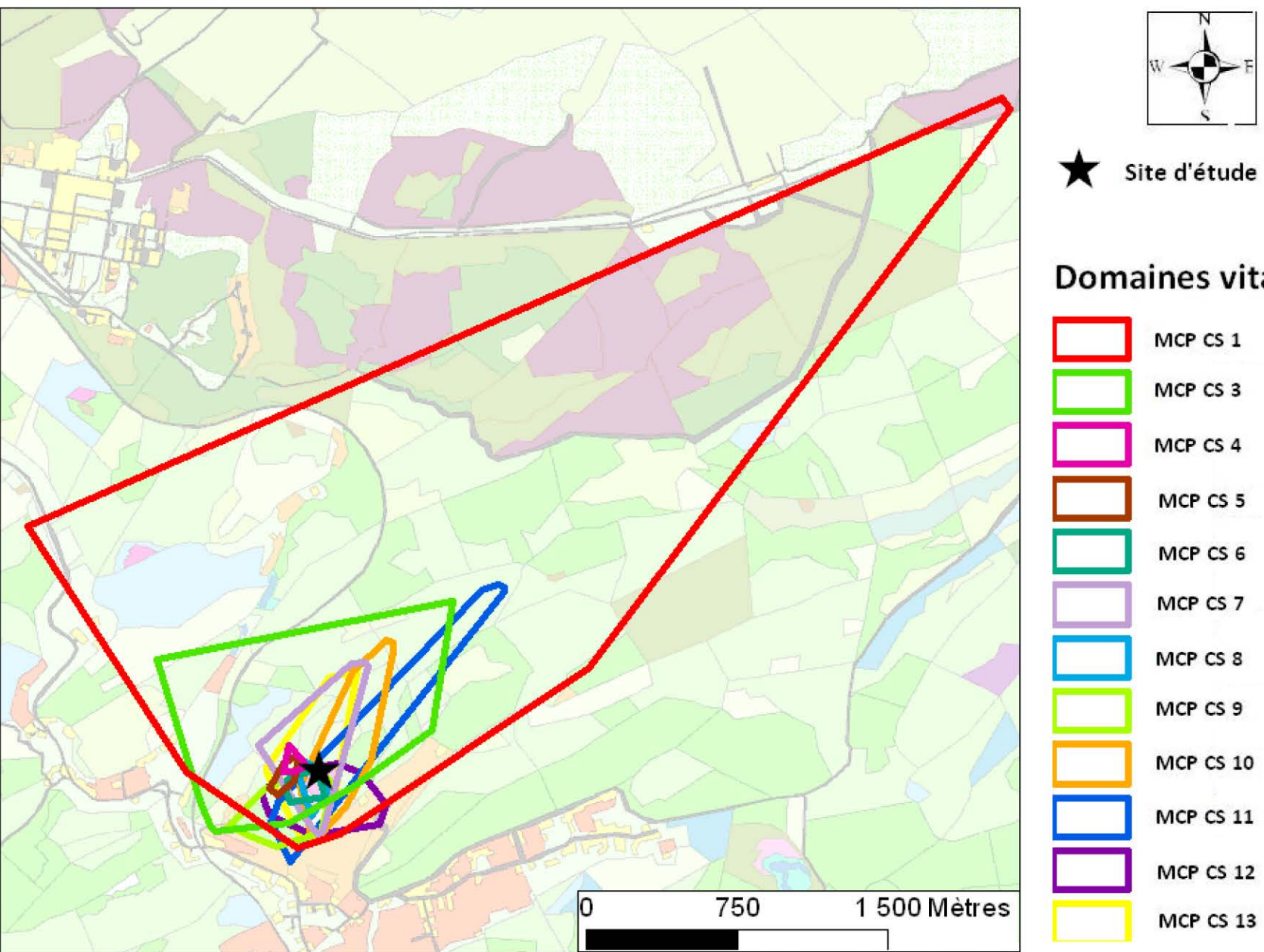
## ANNEXE 5 : Représentativité des domaines vitaux des individus suivis



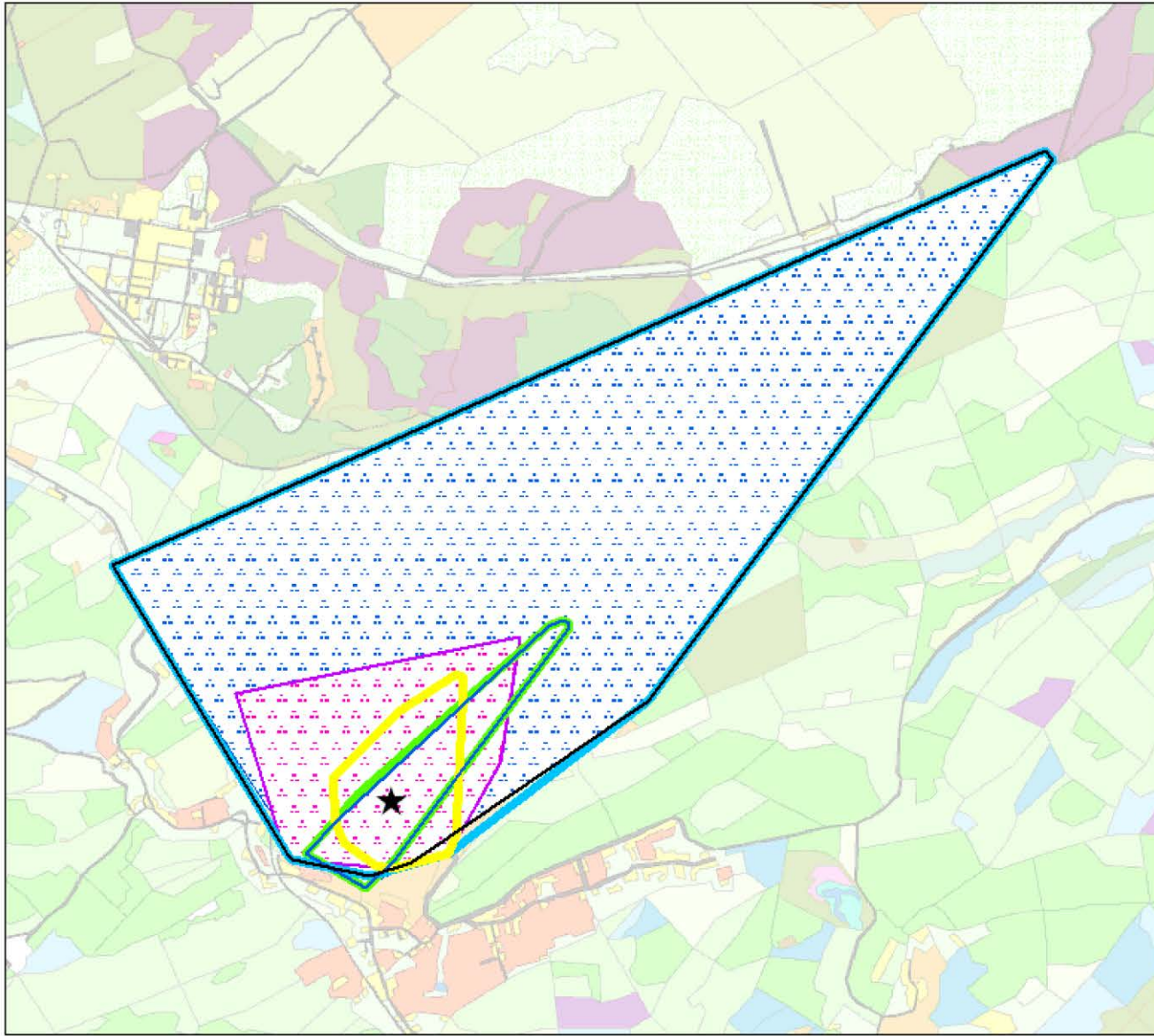


**ANNEXE 6 :** Carte des domaines vitaux pour l'ensemble de l'étude (a) puis pour chaque groupe d'étude (b)

(a)



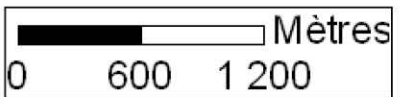




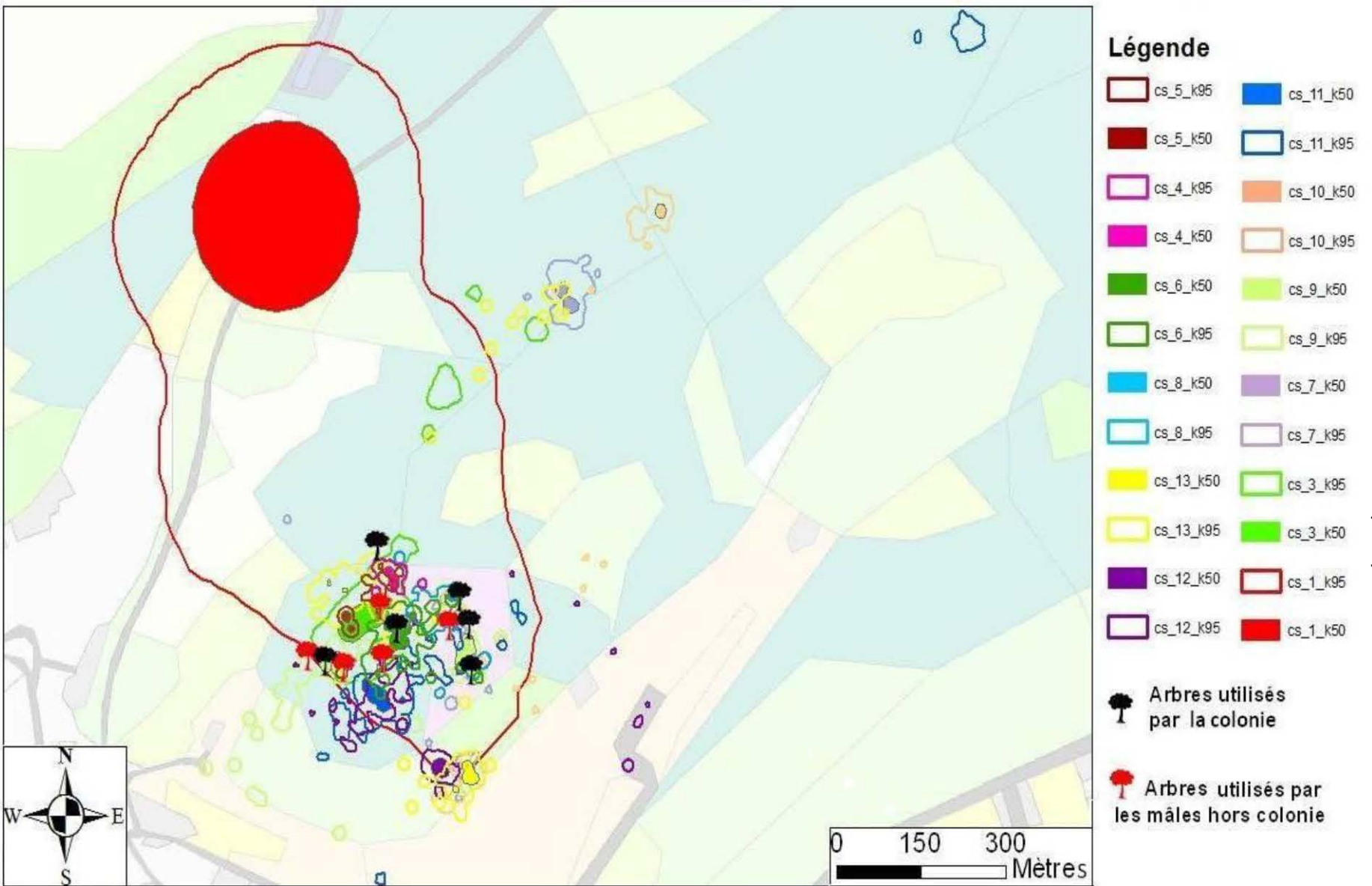
★ Site d'étude

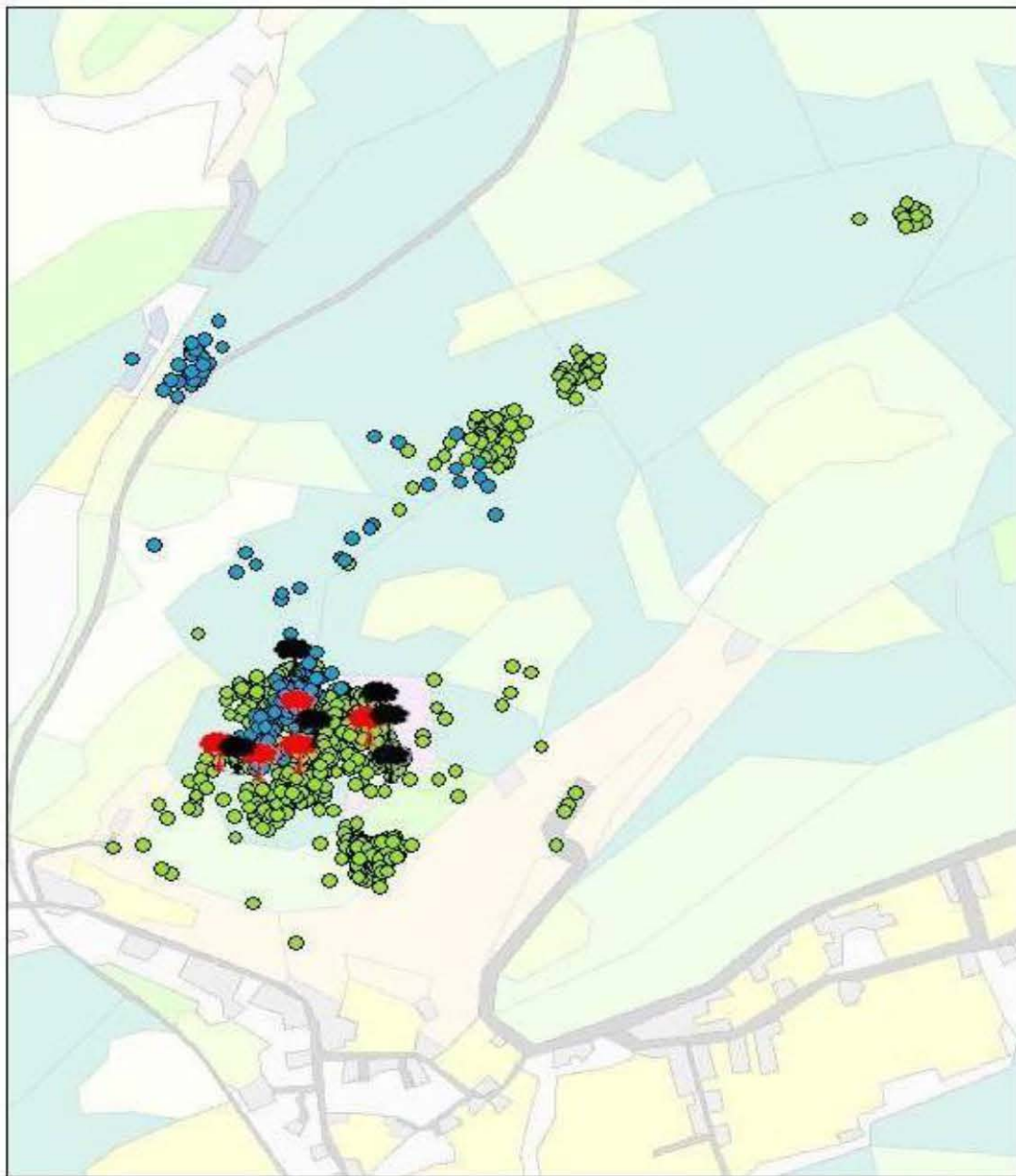
**Domaines vitaux**

-  Mâles
-  Femelles
-  Femelles adultes
-  Mâles hors colonie
-  Colonie 2011/2012
-  Colonie 2012
-  Mâles adultes
-  Colonie 2011

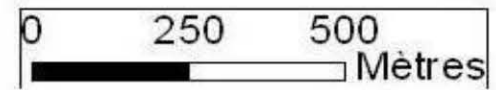


**ANNEXE 7 : Carte de localisation des zones de chasse exclusives (K50) et secondaires (K95)**





Positions des Homing-in  
relevés durant les  
sessions 2011 et 2012



## ANNEXE 9 : Analyse compositionnelle des domaines vitaux individuels et des zones de chasse exclusives et secondaires

	A.1.a.1	A.1.a.2	A.1.b.1	A.1.b.2	Autres zones forestières	A.4.1	B.1.a	Autres zones ouvertes	Zones anthropiques	Zones diverses	Rang
A.1.a.1	0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
A.1.a.2	-	0	---	---	---	---	-	---	---	---	0
A.1.b.1	+	+++	0	+	+	+	+	+	+	+	9
A.1.b.2	+	+++	-	0	-	-	-	-	-	-	2
Autres zones forestières	+	+++	-	+	0	-	-	---	-	---	3
A.4.1	+	+++	-	+	+	0	+	+	+	+	8
B.1.a	+	+	-	+	+	-	0	+	+	+	7
Autres zones ouvertes	+	+++	-	+	+++	-	-	0	-	---	4
Zones anthropiques	+	+++	-	+	+	-	-	+	0	+	6
Zones diverses	+	+++	-	+	+++	-	-	+++	-	0	5
Randomisation test : $\lambda = 0.1381059$ et $P = 0.204000$											

Analyse compositionnelle MCP et K50

	A.1.a.1	A.1.a.2	A.1.b.1	A.1.b.2	Autres zones forestières	A.4.1	B.1.a	Autres zones ouvertes	Zones anthropiques	Zones diverses	Rang
A.1.a.1	0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
A.1.a.2	-	0	---	---	---	---	-	---	---	---	0
A.1.b.1	+	+++	0	+	+	+	+	+	+	+	9
A.1.b.2	+	+++	-	0	+	-	-	-	-	-	2
Autres zones forestières	+	+++	-	+	0	-	-	---	-	---	3
A.4.1	+	+++	-	+	+	0	+	+	+	+	8
B.1.a	+	+	-	+	+	-	0	+	+	+	7
Autres zones ouvertes	+	+++	-	+	+++	-	-	0	-	---	4
Zones anthropiques	+	+++	-	+	+	-	-	+	0	+	6
Zones diverses	+	+++	-	+	+++	-	-	+++	-	0	5
Randomisation test : $\lambda = 0.1381059$ et $P = 0.220000$											

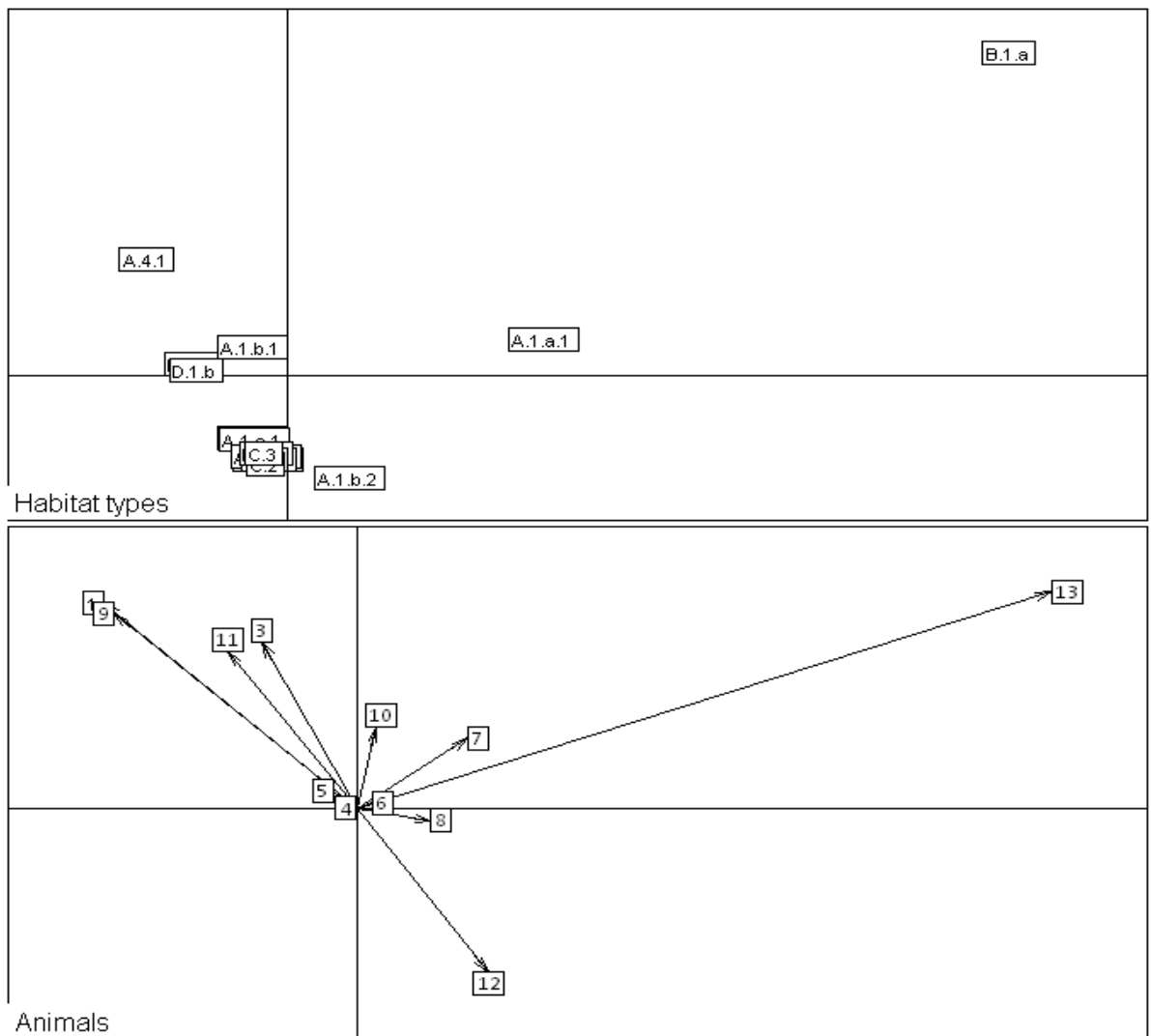
Analyse compositionnelle MCP et K95

Bonferroni simultaneous confidence intervals						
$G(\text{adj}) = 133.3994$ ( $P < 0.0001$ ), $Z(0.9975) = 2.870$ , $\alpha = 0.05$						
Resource	Lower	Upper	Proportion Available		df	Prob
A.1.a.1	0.0488	0.0900	0.0468	Prefer		
A.1.a.2	0.0008	0.0154	0.0403	Avoid	9	( $P < 0.001$ )
A.1.b.1	0.5775	0.6563	0.5315	Prefer		
A.1.b.2	0.0258	0.0584	0.0890	Avoid	9	( $P < 0.001$ )
AZF	0.0008	0.0153	0.0311	Avoid	9	( $P < 0.05$ )
A.4.1	0.2003	0.2689	0.2261			
B.1.a	0.0016	0.0174	0.0203	Avoid		
AZO	0.0000	0.0050	0.0015			
ZA	0.0008	0.0152	0.0129			
ZD	0.0000	0.0048	0.0003			

Intervalles de Bonferroni pour les MCP et K50

Bonferroni simultaneous confidence intervals						
$G(\text{adj}) = 92.7982$ ( $P < 0.0001$ ), $Z(0.9975) = 2.870$ , $\alpha = 0.05$						
Resource	Lower	Upper	Proportion Available		df	Prob
A.1.a.1	0.0488	0.0900	0.0468	Prefer		
A.1.a.2	0.0032	0.0208	0.0403	Avoid	9	( $P < 0.05$ )
A.1.b.1	0.5736	0.6525	0.5315	Prefer		
A.1.b.2	0.0258	0.0584	0.0890	Avoid	9	( $P < 0.001$ )
AZF	0.0647	0.1105	0.0311	Avoid	9	( $P < 0.05$ )
A.4.1	0.1258	0.1844	0.2261	Prefer	9	( $P < 0.0001$ )
B.1.a	0.0016	0.0174	0.0203	Avoid		
AZO	0.0000	0.0050	0.0015			
ZA	0.0008	0.0152	0.0129			
ZD	0.0000	0.0048	0.0003			

Intervalles de Bonferroni pour les MCP et K95



*Analyse factorielle des rapports de sélection individuelle*

## ANNEXE 10 : Tableaux statistiques des analyses mâles VS femelles

### ✓ Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels :

	w	p-value
Shapiro-wilk mâles	0.8984	0.4011
Shapiro-wilk femelles	0.7971	0.03836
p-value $< 0.05$ donc normalité non respectée		

Effectif mâles = 5  
Effectif femelles = 7

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	14	0.6199
Pas de différence significative entre mâles et femelles		

### ✓ Distance d'éloignement au gîte :

	w	p-value
Shapiro-wilk mâles	0.8751	0.2879
Shapiro-wilk femelles	0.9162	0.4404
p-value $> 0.05$ donc normalité respectée		

	F	df	denom df	p-value
Test d'égalité des variances	1.9001	4	6	0.4596
p-value $> 0.05$ donc hypothèse d'égalité des variances respectée				

95 percent confidence interval:	
0.3051237	17.4753928
ratio of variances	
1.900055	

	t	df	p-value
Test t	0.0623	10	0.9515
p-value $> 0.05$ donc pas de différence significative entre mâles et femelles			

95 percent confidence interval:	
-263.9950	279.1916
mean of x mean of y	
269.4340	261.8357

### ✓ Surface des domaines vitaux :

	w	p-value
Shapiro-wilk mâles	0.5824	0.0003606
Shapiro-wilk femelles	0.6522	0.001089
p-value $< 0.05$ donc normalité non respectée		

puis

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	17,5	1
Pas de différence significative entre mâles et femelles		

### ✓ Surface des zones de chasse :

K50		w	p-value
	Shapiro-wilk mâles	0.5749	0.0002823
	Shapiro-wilk femelles	0.6882	0.002754
	p-value $< 0.05$ donc normalité non respectée		
		w	p-value
	Mann-Whitney (non paramétrique)	27	0.149
Pas de différence significative entre mâles et femelles			

K95		w	p-value
	Shapiro-wilk mâles	0.5799	0.0003318
	Shapiro-wilk femelles	0.9337	0.5826
	p-value $M < 0.05$ donc normalité non respectée		
		w	p-value
	Mann-Whitney (non paramétrique)	23	0.4318
Pas de différence significative entre mâles et femelles			

## ANNEXE 11 : Tableaux statistiques des autres résultats

### ✓ Taux de recouvrement des domaines vitaux individuels :

- Comparaison des individus de la colonie 2011 VS 2012 (effet année)

	w	p-value
Shapiro-wilk colonie 2011	0.7819	0.07205
Shapiro-wilk colonie 2012	0.8742	0.2838
p-value $> 0.05$ donc normalité respectée		

Effectif colonie 2011 = 1 J-M + 2 F-PL  
Effectif colonie 2012 = 5 F-A

	F	df 1	df 2	p-value
Test d'homogénéité des variances	12.2248	2	4	0.03954
p-value $< 0.05$ donc hypothèse d'égalité des variances non respectée				

95 percent interval:	
1.147963	479.803470
ratio of variances	
12.22479	

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	8	1
Pas de différence significative entre mâles et femelles		

95 percent interval:	
-126.73603	96.71652
mean of x mean of y	
70.60766	85.61741

▪ Comparaison des individus de la colonie 2011/2012 VS mâles (effet colonie)

	w	p-value
Shapiro-wilk colonies	0.7406	0.006428
Shapiro-wilk mâles	0.8615	0.2658
p-value < 0.05 donc normalité non respectée		

puis

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	14	0.7954
Pas de différence significative entre mâles et colonies		

Effectif colonie 2011/2012 = 9
Effectif mâles = 4

▪ Comparaison des femelles adultes VS mâles adultes (effet jeunes mâles)

	w	p-value
Shapiro-wilk femelles	0.7971	0.03836
Shapiro-wilk mâles	0.9896	0.8046
p-value < 0.05 donc normalité non respectée		

puis

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	13	0.6445
Pas de différence significative entre mâles et femelles		

✓ Distance d'éloignement au gîte :

▪ Comparaison des individus de la colonie 2011 VS 2012 (effet année)

	w	p-value
Shapiro-wilk colonie 2011	0.9425	0.5374
Shapiro-wilk colonie 2012	0.9574	0.7896
p-value > 0.05 donc normalité respectée		

	F	df	denom df	p-value
Test d'égalité des variances	2.7023	2	4	0.3618
p-value > 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances respectée				

95 percent confidence interval:
0.2537546 106.0594464
ratio of variances
2.70226

	t	df	p-value
Test t	-0.0203	6	0.9844
p-value > 0.05 donc pas de différence significative entre 2011 et 2012			

95 percent confidence interval:
-414.8379 407.9952
mean of x mean of y
307.2967 310.7180

▪ Comparaison des individus de la colonie 2011/2012 VS mâles (effet colonie)

	w	p-value
Shapiro-wilk colonie	0.9313	0.5276
Shapiro-wilk mâles	0.8511	0.2296
p-value > 0.05 donc normalité respectée		

95 percent confidence interval:
0.136918 11.793434
ratio of variances
2.002342

	F	df	denom df	p-value
Test d'égalité des variances	2.0023	7	3	0.6112
p-value > 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances respectée				

	t	df	p-value
Test t	1.1078	10	0.2939
p-value > 0.05 donc pas de différence significative entre colonies et mâles			

95 percent confidence interval:
-134.8193 401.4193
mean of x mean of y
309.435 176.135

▪ Comparaison des femelles adultes VS mâles adultes (effet jeunes mâles)

	w	p-value
Shapiro-wilk femelles	0.9162	0.4404
Shapiro-wilk mâles	0.9528	0.5819
p-value > 0.05 donc normalité respectée		

95 percent confidence interval:
0.02791698 7.97143404
ratio of variances
1.098015

	F	df	denom df	p-value
Test d'égalité des variances	1.098	6	2	0.9029
p-value > 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances respectée				

	t	df	p-value
Test t	0.4662	8	0.6535
p-value > 0.05 donc pas de différence significative entre femelles et mâles			

95 percent confidence interval:
-224.0854 337.6435
mean of x mean of y
261.8357 205.05

✓ **Surface des domaines vitaux :**

- **Comparaison des individus de la colonie 2011 VS 2012 (effet année)**

	w	p-value
Shapiro-wilk colonie 2011	0.8658	0.2837
Shapiro-wilk colonie 2012	0.9095	0.4648
p-value > 0.05 donc normalité respectée		

	F	df 1	df 2	p-value
Test d'égalité des variances	2335.535	2	4	0.000001464
p-value < 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances non respectée				

95 percent confidence interval:
219.3174 91666.0697
ratio of variances
2335.535

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	10	0.5714
Pas de différence significative entre 2011 et 2012		

- **Comparaison des individus de la colonie 2011/2012 VS mâles (effet colonie)**

	w	p-value
Shapiro-wilk colonies	0.5206	0.00001827
Shapiro-wilk mâles	0.8659	0.2818
p-value < 0.05 donc normalité non respectée		

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	21.5	0.3949
Pas de différence significative entre femelles et mâles		

- **Comparaison des femelles adultes VS mâles adultes (effet jeunes mâles)**

	w	p-value
Shapiro-wilk femelles	0.6522	0.001089
Shapiro-wilk mâles	0.984	0.758
p-value < 0.05 donc normalité non respectée		

	w	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	11.5	0.909
Pas de différence significative entre femelles et mâles		

✓ **Surface des zones de chasse :**

- **Comparaison des individus de la colonie 2011 VS 2012 (effet année)**

K50				
	w	p-value		
Shapiro-wilk colonie 2011	0.7823	0.07292		
Shapiro-wilk colonie 2012	0.8649	0.2463		
p-value > 0.05 donc normalité respectée				
	F	df 1	df 2	p-value
Test d'homogénéité des variances	13048.48	2	4	0.0000004697
p-value < 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances non respectée				
	w	p-value		
Mann-Whitney (non paramétrique)	12	0.25		
Pas de différence significative entre 2011 et 2012				

K95				
	w	p-value		
Shapiro-wilk colonie 2011	0.7833	0.07531		
Shapiro-wilk colonie 2012	0.905	0.4382		
p-value > 0.05 donc normalité respectée				
	F	df 1	df 2	p-value
Test d'homogénéité des variances	3088.088	2	4	0.000000837
p-value < 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances non respectée				
	w	p-value		
Mann-Whitney (non paramétrique)	10	0.5714		
Pas de différence significative entre 2011 et 2012				

- **Comparaison des individus de la colonie 2011/2012 VS mâles (effet colonie)**

K50		w	p-value
	Shapiro-wilk colonies	0.4497	0.000002539
	Shapiro-wilk mâles	0.9029	0.4454
	p-value < 0.05 donc normalité non respectée		
	w <th colspan="2">p-value</th>	p-value	
Mann-Whitney (non paramétrique)	12	0.5697	
Pas de différence significative entre mâles et colonies			

K95		w	p-value
	Shapiro-wilk colonies	0.4567	0.000003088
	Shapiro-wilk mâles	0.9544	0.7439
	p-value < 0.05 donc normalité non respectée		
	w <th colspan="2">p-value</th>	p-value	
Mann-Whitney (non paramétrique)	16	1	
Pas de différence significative entre mâles et colonies			

- **Comparaison des femelles adultes VS mâles adultes (effet jeunes mâles)**

K50		
	w	p-value
Shapiro-wilk femelles	0.6882	0.002754
Shapiro-wilk mâles	0.978	0.7156
p-value < 0.05 donc normalité non respectée		
	w <th>p-value</th>	p-value
Mann-Whitney (non paramétrique)	3	0.1167
Pas de différence significative entre mâles et femelles		

K95				
	w	p-value		
Shapiro-wilk femelles	0.9337	0.5826		
Shapiro-wilk mâles	0.9579	0.6054		
p-value > 0.05 donc normalité respectée				
	F	df 1	df 2	p-value
Test d'homogénéité des variances	2.9388	6	2	0.5511
p-value > 0.05 donc hypothèse d'égalité des variances respectée				
	t	df	p-value	95 percent confidence interval:
Test t	-0.8134	8	0.4395	-1.6806996 0.8041757
p-value > 0.05 donc pas de différence significative entre femelles et mâles				mean of x mean of y
				1.250271 1.688533



**ANNEXE 12 : Photographies de quelques terrains de chasse**



**Plantation de Douglas**



**Hêtraie-Chênaie**



**Chênaie-Hêtraie**



**Plantation de jeunes chênes**



**Zone ouverte de type prairie**