

Caractérisation des gîtes de mise-bas et sélection des habitats de chasse par la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) et le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*) en Rhône-Alpes

Arthur VERNET*, Laure VUINÉE*, Julien GIRARD-CLAUDON**, Stéphane VINCENT*,
Quiterie DURON* & Anaïs GAUCHER**

Résumé. - La connaissance des gîtes et des habitats de chasse est essentielle pour assurer la conservation des Chiroptères. Ainsi, le plan d'action régional (2008-2013) comprenait une étude autécologique de *Myotis bechsteini* et *Barbastella barbastellus*. Le murin de Bechstein et la barbastelle d'Europe ont été suivis par télémétrie quatre années consécutives afin de déterminer leurs gîtes et les habitats de chasse fréquentés. Ces suivis ont été réalisés en Drôme et en Savoie pour la recherche des terrains de chasse, ailleurs en Rhône-Alpes pour la localisation des gîtes. Des mâles et des femelles ont été étudiés à différentes périodes du cycle annuel sur chacun des sites. Les deux espèces ont des comportements très différents tant au regard des gîtes utilisés que des habitats exploités pour se nourrir. Le murin de Bechstein apparaît strictement forestier et arboricole et exploite des territoires d'assez petite taille. La barbastelle installe ses colonies en milieu bâti et chasse en bordure des peuplements forestiers et peut aller exploiter des secteurs éloignés de son gîte (jusqu'à 25 km). La conservation de ces deux espèces implique une approche de la gestion forestière à l'échelle du peuplement mais aussi du paysage.

Mots-clés. - *Myotis bechsteini* ; *Barbastella barbastellus* ; Rhône-Alpes ; Effectifs régionaux ; Gîtes ; Sélection des terrains de chasse ; Télémétrie ; ENFA (analyse factorielle des niches écologiques) ; Forêts, lisières.

Abstract. - Comprehensive knowledge of roosting and foraging ecology is essential for conserving bats. Thus, the regional actions plan (2008-2013) included an autoecological study of *Myotis bechsteini* and *Barbastella barbastellus*. During 4 consecutive years, Barbastelles and Bechstein's bats were monitored by radiotracking. Foraging habitats were especially studied in Savoie and Drôme and roosts were found and studied all over Rhône-Alpes. On each study site, male and female were monitored at different periods of the annual cycle. The 2 species show different behavior, both in terms of foraging habitat and roosts. Bechstein's bats summer roosts are in trees, individuals forage in woodland close to their roosts. Barbastelles set up their nursery roosts in buildings, they hunt in forest edge up to 25 km from their roost. Conservation of these species requires a forest management approach, from the plot to the landscape.

Key words. - *Myotis bechsteini* ; *Barbastella barbastellus* ; Rhône-Alpes ; Regional population size ; Roosts ; Foraging habitats selection ; radiotracking ; ENFA (Ecological-niche factor analysis) ; Forests, forest edges.

INTRODUCTION

La Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774)) et le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini* (Kuhl, 1817)) sont deux espèces de chauves-souris forestières et arboricoles. Toutes deux sont inscrites aux annexes II et IV de la Directive Habitats-Faune-Flore et respectivement classées « En Danger » et « En grave danger » sur la liste rouge des vertébrés terrestres de la région Rhône-Alpes [DE THIERSANT & DELIRY 2008]. Ainsi, elles font partie des espèces prioritaires du plan d'actions en faveur des Chiroptères en Rhône-Alpes [VINCENT 2007] et il est donc nécessaire que des mesures de protection soient rapidement mises en place.

La définition de mesures de protection efficaces nécessite de bonnes connaissances de la biologie des espèces [FENTON 1997] et ce, tout au long de leur cycle annuel. Ce dernier peut schématiquement être scindé en deux grandes périodes chez les chauves-souris :

- la période hivernale au cours de laquelle elles sont en léthargie,
- la période estivale, phase d'activité (transit, reproduction etc).

Au cours de la période hivernale, il est nécessaire de garantir la tranquillité de leurs gîtes d'hibernation. Au cours de la période estivale, deux composantes sont à prendre en compte : il s'agit d'une part des gîtes et d'autre part des habitats de chasse exploités par ces deux espèces. Les connaissances actuelles indiquent que les barbastelles affectionnent les arbres à fissures (écorces décollées, fissures...), [MESCHDE & HELLER 2003] et les gîtes anthropophiles (volets, espacement entre deux poutres...), [ARTHUR & LEMAIRE 2002, ROS 2006]. Les

Murins de Bechstein préfèrent quant à eux les cavités de pics [DIETZ & PIR 2009, ARTHUR & LEMAIRE 2009]. Pour les terrains de chasse, les barbastelles chassent sur les milieux d'interface [BARATAUD, inédit in ROUÉ & BARATAUD 1999] [GREENAWAY 2004, ZEALE *et al.* 2012]. Elle a aussi été observée en chasse en forêt et dans les ripisylves [SIERRO 1999, ZEALE *et al.* 2012]. Le Murin de Bechstein préfère exploiter les peuplements forestiers feuillus, stratifiés (herbacées et arbustives) présentant du bois mort au sol ou sur pied [BARATAUD *et al.* 2009, DIETZ & PIR 2009, NAPAL *et al.* 2010, VUINÉE 2010].

Les informations existantes sont cependant partielles et aucune ne provient de la région Rhône-Alpes. Il est ainsi délicat de donner des éléments précis pour orienter la gestion des forêts en faveur de ces espèces. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude dont les objectifs sont, d'une part, d'identifier les gîtes de ces deux espèces et, d'autre part, de déterminer et de caractériser leurs habitats de chasse et ce, dans différents milieux de la région Rhône-Alpes. En complément, de nombreuses informations sur la biologie des espèces ont été collectées. Le présent article présente ces résultats (gîtes utilisés, distances entre les gîtes et les terrains de chasse, surfaces des domaines vitaux, tailles de colonies et habitats de chasse).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITES D'ÉTUDE

Les opérations de terrain ont eu lieu sur deux sites d'études : l'avant-pays Savoyard et la Drôme Provençale.

En complément, des opérations ponctuelles ont permis de localiser des gîtes dans différents secteurs de la région Rhône-

*Ligue pour la Protection des Oiseaux Drôme, 10 rue Roch Grivel, 26400 Crest - arthur.ver@hotmail.fr ; julien.girard-claudon@lpo.fr ; laure.vuinee@lpo.fr ; kithry@hotmail.fr ; stephane.vincent@lpo.fr

**Ligue pour la Protection des Oiseaux Coordination Rhône-Alpes, 32 rue Sainte Hélène, 69002 Lyon ; julien.girard-claudon@lpo.fr

Année	Avant-pays savoyard	Drôme provençale
2007	25 juin au 8 juillet	-
2008	23 mai au 1 ^{er} juin	1 ^{er} au 9 août
2009	17 au 25 juillet	15 au 23 mai
2010	-	11 au 19 juin

Figure 1. - Période d'étude en fonction des sites et des années.

Alpes. Les résultats, présentés ici, incluent ces informations.

Le secteur d'étude savoyard est délimité par la chaîne de l'Épine à l'est et par le Rhône à l'ouest. L'altitude est comprise en moyenne entre 500 et 600 mètres et le paysage composé, majoritairement, de bocages avec d'importants secteurs de feuillus (chênaies-hêtraies). Au bord du Rhône, les plantations de peupliers et les cultures de maïs sont présentes. Les études ont essentiellement eu lieu aux alentours de deux communes : Yenne et Saint-Genix-sur-Guiers.

La Drôme provençale, dans le secteur de Dieulefit, présente un relief assez montagneux (jusqu'à 898 mètres). Cette région est entourée de deux vallées : le Jabron à l'ouest et le Lez au sud. Le climat est d'influence méditerranéenne, ce qui favorise, notamment, la viticulture et la culture de lavande en plaine. Sur les pentes, la garrigue, les taillis de chênes pubescents (*Quercus pubescens*), de pins sylvestres et de genévriers sont présents.

PÉRIODES D'ÉTUDE

Au cours des quatre années de suivi, les dates de suivi ont été déterminées afin d'obtenir des informations sur toute la période estivale, et ce, sur les deux sites (Fig. 1).

RÉCOLTE DU JEU DE DONNÉES

La technique utilisée pour cette étude est celle de la télémétrie. Les individus ont d'abord été capturés à l'aide de filets japonais dans les milieux forestiers aux niveaux des routes de vol et des zones de chasse potentiellement favorables aux deux espèces. Équipés d'un émetteur, ils ont été suivis par plusieurs équipes afin de pouvoir les localiser par triangulation d'azimuts synchrones et, quand c'était possible, d'atteindre le "Homing-in" (situation où la position de l'animal est estimée identique à celle de l'observateur réceptionnant le signal) afin d'avoir des localisations précises d'individus en chasse. Le temps, en minutes, passé sur chaque zone de chasse a été mesuré.

Les chauves-souris équipées ont été suivies la nuit pour identifier les terrains de chasse et la journée pour localiser les gîtes. 75 individus ont été équipés, mais seulement 51 ont pu être suivis de manière convenable, permettant de collecter des informations représentatives du domaine vital exploité par chacun d'eux (Fig. 2).

Site	Murin de Bechstein		Barbastelle d'Europe	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Drôme provençale	2	11	1	7
Avant-pays savoyard	0	8	5	17

Figure 2. - Nombre de chauves-souris équipées en fonction du sexe et de l'espèce.

Variables environnementales	Avec lisière interne*	Avec lisière externe	Sans lisière	Avec haie	Avec arbres	Sans arbres
Ripisylve	X	X	X			
Forêt à dominance de feuillus	X	X	X			
Plantation de feuillus	X	X	X			
Forêts à dominance de conifères	X	X	X			
Plantation de conifères	X	X	X			
Roche et éboulis	X		X			
Culture	X		X			
Prairie	X		X	X		
Vigne	X		X	X		
Autre terrain agricole	X		X	X		
Eau courante	X		X	X		
Eau stagnante	X		X	X		
Zone urbaine					X	X
Peuplement arbustif et friche forestière						
Verger						

Figure 3. - Présentation des 39 variables environnementales relevées

CARTOGRAPHIE DES DOMAINES VITAUX

A partir des données de télémétrie récoltées, le domaine vital de chaque colonie a été déterminé en utilisant le Minimum Convexe Polygone qui relie toutes les localisations les plus extrêmes [WHITE & GARROT 1990]. Une cartographie des habitats a été réalisée sur chacun de ces domaines vitaux par photo-interprétation et vérification sur le terrain. La typologie utilisée, celle proposée par BARATAUD *et al.* [2009] dans le cadre d'un travail sur le Murin de Bechstein, a été adaptée pour la barbastelle [GIRARD-CLAUDON & VINCENT 2007]. Ce choix de variables s'attache à la structure des variables environnementales en termes de typologie de milieux (zones de prairies, arbustives, forestières,...) et aux secteurs d'interfaces de ces milieux. Au total, 39 variables ont été sélectionnées (Fig. 3) et cartographiées sur Système d'Information Géographique (SIG). Ces variables ont ensuite été regroupées afin de pouvoir les intégrer dans les analyses statistiques (Fig. 4).

RELEVÉS DES MICRO-HABITATS FORESTIERS

Afin de compléter la cartographie des habitats, un relevé des micro-habitats sur les zones de chasse des deux espèces a été

Variables Environnementales	Barbastelle	Murin de Bechstein
forêt sans lisière	X	X
friche	X	X
milieux aquatiques	X	X
milieux avec haies	X	X
milieux avec lisières	X	
milieux avec lisières externes		X
milieux avec lisières internes		X
milieux cultivés	X	X
plantation sans lisière		X
prairies	X	X
roche et éboulis	X	
ripisylve	X	X
Zone urbaine avec arbre	X	X
Zone urbaine sans arbres	X	

Figure 4. - Regroupement des variables environnementales pour chaque espèce étudiée.

Données relatives	Variables	
→ à la placette	<ul style="list-style-type: none"> • Exposition • Catégorie de pente 	<ul style="list-style-type: none"> • Topographie • Altitude
→ au peuplement*	<ul style="list-style-type: none"> • Structure • Origine • Age 	• Type de peuplement selon la typologie SRGS**
→ à la stratification	• Nombre de strates	• Nombre de strates supérieur à 2
→ à la présence d'autres milieux : milieu humide et milieu ouvert	• Présence d'un milieu humide ou ouvert	Précision si présence : <ul style="list-style-type: none"> • d'arbres • de régénération • de plantes envahissantes ou invasives
→ aux environs	Présence de : <ul style="list-style-type: none"> • trouée • éléments linéaires 	<ul style="list-style-type: none"> • terres agricoles • zones urbanisées
→ à la surface terrière des peuplements et des lisières	• Proportion de surface terrière de feuillus et résineux	• Proportion de surface terrière de GB et TGB***
→ à la densité	• Proportion de perches et précomptables	
→ au bois mort supérieur à 5 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Abondance • Répartition 	
→ au bois mort au sol inférieur à 5 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Abondance • Répartition 	
→ à la présence d'interventions sylvicoles	<ul style="list-style-type: none"> • Présence • Age 	
→ de plantes, d'invasives ou d'envahissantes	Abondance de : <ul style="list-style-type: none"> • mousses • lierre 	<ul style="list-style-type: none"> • liane • ronces • invasives

Figure 5. - Variables relevées sur chaque placette étudiée.

* Peuplement limitrophe dans le cas de la description des lisières

**SRGS : schéma régional de gestion sylvicole (CRPF Rhône-Alpes, 2005)

*** GB et TGB : Gros Bois et Très Gros Bois

réalisés. Ce sont les terrains de chasse situés au niveau des lisières et au sein du peuplement qui ont été décrits. Les variables ont été relevées dans un rayon de 10 mètres autour des localisations de "Homing in" des individus en chasse (Fig. 5). Afin de déterminer les variables sélectionnées, des parcelles tirées aléatoirement dans le peuplement et au niveau des lisières ont également été décrites. 195 parcelles sont étudiées sur les deux zones d'études. La méthode est détaillée de manière plus précise dans le travail de VUINÉE [2010].

ANALYSES STATISTIQUES

Analyse des gîtes et domaines vitaux utilisés

Pour chaque colonie découverte, le gîte est caractérisé et le groupe de chauves-souris dénombré. Les surfaces des domaines vitaux et les distances entre gîtes et terrains de chasse sont calculées et une comparaison entre les colonies de Savoie et de la Drôme est effectuée grâce un test de Wilcoxon.

Analyse des habitats de chasse

En utilisant la cartographie d'habitats décrite ci-dessus et les localisations d'individus en chasse (ceux en "Homing in"), une Analyse Factorielle de Niche Ecologique [AZAM *et al.* 2013, HIRZEL *et al.* 2002, VERNET 2013] a été réalisée pour chaque colonie. Trois colonies de Barbastelle (deux en Savoie et une dans la Drôme) et une colonie de Murin de Bechstein dans la Drôme ont été analysées. Cette analyse consiste à comparer l'ensemble des habitats disponibles sur le domaine vital avec ceux utilisés par les individus en chasse [HIRZEL *et al.* 2002]. Ainsi, des valeurs de marginalité sont calculées pour chaque habitat. Comme nous avons travaillé sur des valeurs de distance à chaque habitat, les habitats qui ont été sélectionnés

sont ceux qui sont proches des localisations d'individus en chasse. Donc, dans notre cas, plus les valeurs de marginalité sont négatives pour un habitat, plus celui-ci est sélectionné.

Analyse des micro-habitats

Une sélection des variables caractérisant les micro-habitats utilisés par les deux espèces est d'abord effectuée grâce à un test de corrélation puis par le test de Hill et Smith [VUINÉE 2010]. Puis à partir de ces résultats, des modèles linéaires généralisés (GLM) sont générés. On mesure pour chaque espèce quelles sont les variables environnementales qui influent sur le temps passé par chaque individu sur leurs placettes de chasse. Pour les placettes où plusieurs individus ont chassé, la variable Y est égale au temps passé en activité de chasse. Pour les placettes aléatoires, Y est fixé à 0 minute même si nous ne sommes pas certains qu'aucune activité de chasse n'ait eu lieu à cet endroit. Le type de réponse est donc une variable continue positive ou nulle des GLM suivant une loi de Poisson. Les variables explicatives X correspondent aux variables environnementales sélectionnées par le test de Hill et Smith. Les résultats de ces modèles GLM nous permettront de mettre en évidence statistiquement les micro-habitats sélectionnés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein [VUINÉE 2010].

Ces modèles sont ensuite vérifiés par le Receiver Operating Characteristic (ROC), qui donne une valeur permettant de juger de la qualité du modèle [VUINÉE 2010]. Cette valeur appelée "aire sous la courbe" (AUC) doit être supérieure à 0,7 pour que le modèle soit jugé satisfaisant.

RÉSULTATS

EFFECTIFS RÉGIONAUX

Barbastelle d'Europe

En Rhône-Alpes, l'effectif moyen des groupes de reproduction est de 24 adultes (n=31) avec un maximum de 85 et l'effectif régional minimum, évalué à cette période est d'un minimum de 1200 adultes.

Murin de Bechstein

L'effectif moyen des groupes de reproduction en Rhône-Alpes est de 32 individus (n=28). Le maximum observé est de 155 adultes pour un groupe installé dans un bâtiment en Drôme.

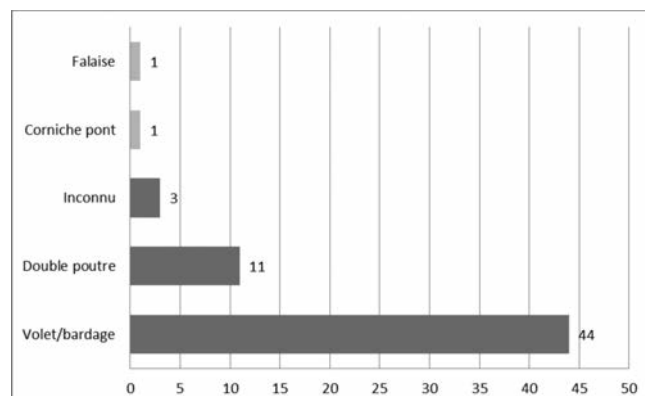


Figure 6. - Gîtes utilisés par la barbastelle d'Europe en Rhône-Alpes.

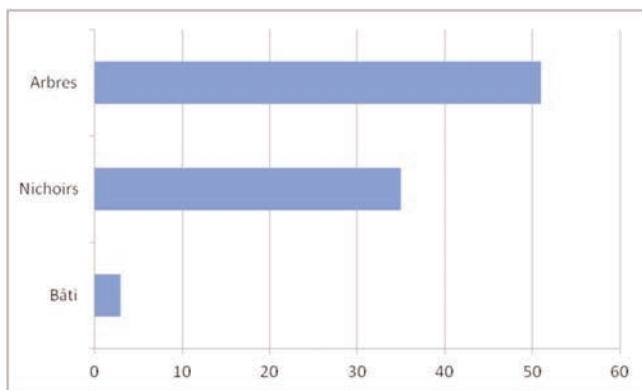


Figure 7. - Gîtes utilisés par le murin de Bechstein en Rhône-Alpes.

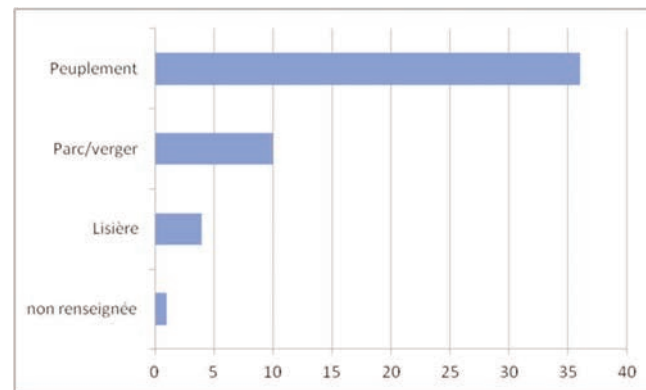


Figure 8. - Situation des arbres-gîtes du murin de Bechstein en Rhône-Alpes.

L'effectif régional minimum est de 1000 adultes en période de parturition.

GÎTES UTILISÉS

Gîtes utilisés par la Barbastelle d'Europe

En Rhône-Alpes, 60 gîtes de reproduction ont été identifiés correspondant à 31 « groupes » différents (un groupe pouvant utiliser plusieurs gîtes). La quasi-totalité des gîtes utilisés est située dans des bâtiments (Fig. 6). Au sein de ceux-ci, les Barbastelles utilisent majoritairement l'arrière des volets ou des bardages (n=44). Les doubles poutres sont également utilisées (n=11). Dans trois cas, le gîte précis n'a pas pu être identifié en raison de l'impossibilité d'accéder au bâtiment. Deux autres gîtes sont connus : un situé sous la corniche d'un pont enjambant une rivière, un autre en falaise (Fig. 6).

Les groupes de reproduction utilisent un réseau de gîtes qui peut être important. Ainsi, en Drôme sur un total de trois semaines de suivi, 16 gîtes ont pu être identifiés pour un même groupe.

Les gîtes fréquentés par les femelles nullipares et les mâles contrastent avec ceux utilisés par les femelles reproductrices (écorce décollée, arbre mort, cave etc.).

Gîtes utilisés par le Murin de Bechstein

89 gîtes de reproduction ont été localisés en Rhône-Alpes.

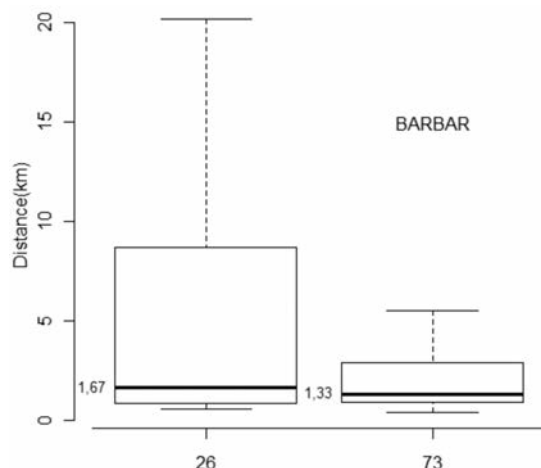


Figure 9. - Comparaison des distributions des distances entre gîte et terrain de chasse en Drôme (26) et en Savoie (73) pour la barbastelle.

La majorité des gîtes connus est arboricole (n=51). De nombreux gîtes sont également connus en nichoir (n=35) car une étude utilisant ces gîtes artificiels a été réalisée par Christian Prévost sur la forêt de Franclens. En complément, trois gîtes sont connus dans des bâtiments (Fig. 7).

L'essentiel des gîtes identifiés dans le cadre du radiopistage étaient des cavités de pics (27 sur 29) mais tous étaient situés dans des feuillus vivants. Dans la région, la grande majorité des arbres-gîtes sont localisés au sein du peuplement forestier (n=36). Les autres arbres sont dans des vergers ou en lisière de peuplements (Fig. 8). 13 essences d'arbres ont été utilisées, la principale est le chêne (*Quercus* spp.) (62%). Un mâle adulte suivi dans la Drôme a utilisé deux gîtes situés dans des chênes verts (*Quercus ilex*) de moins de vingt centimètres de diamètre et à moins d'un mètre du sol !

DISTANCE GÎTES-TERRAINS DE CHASSE ET SURFACE DES DOMAINES VITAUX

Pour 51 chauves-souris, le nombre de localisation était suffisant pour pouvoir déterminer la surface des domaines vitaux.

Barbastelle

Les Barbastelles étudiées ont un domaine vital moyen de $12,2 \pm 16$ km² avec un maximum de 86,0 km² (Fig. 9). La surface des domaines vitaux est significativement plus grande en Drôme (Test de Wilcoxon: $W = 141$, p-value = 0.01158).

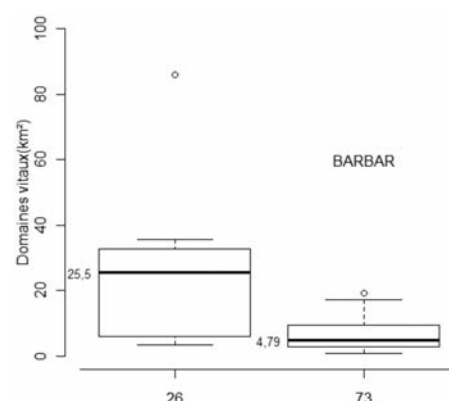


Figure 10. - Comparaison des distributions des surfaces des domaines vitaux en Drôme (26) et en Savoie (73) pour la barbastelle.

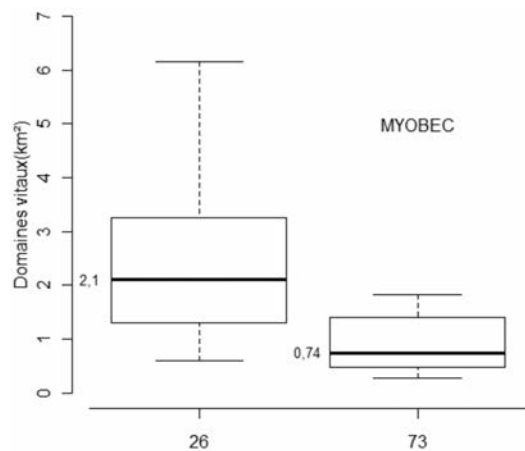


Figure 11. - Comparaison des distributions des surfaces des domaines vitaux en Drôme (26) et en Savoie (73) pour le murin de Bechstein.

La figure 10 représente les distributions des distances entre gîte et terrains de chasse des Barbastelles en Savoie et en Drôme. Elles parcourent en moyenne $2,8 \pm 3,6$ kilomètres pour rejoindre leurs terrains de chasse. Elles peuvent parfois aller chasser particulièrement loin : un individu a rejoint un terrain de chasse situé à plus de 22 kilomètres. Les distances gîtes-terrains de chasse ne sont pas significativement différentes entre la Drôme et la Savoie (test de Wilcoxon, $W = 101$, p -value = 0.56).

Murin de Bechstein

Les Murins de Bechstein ont un domaine vital plus petit que celui des Barbastelles ($1,9 \pm 1,5$ km², max=6,2 km²) (Fig. 11). La surface des domaines vitaux est significativement plus grande en Drôme (Test de Wilcoxon $W = 87$, p -value = 0.01).

La figure 12 représente les distributions des distances entre gîte et terrains de chasse des Murins de Bechstein en Savoie et en Drôme. Ils s'éloignent beaucoup moins de leurs gîtes pour chasser que les Barbastelles ($1,3 \pm 0,9$ km, max= 3,9 km).

Les distances gîtes-terrains de chasse ne sont pas significativement différentes entre la Drôme et la Savoie (test de Wilcoxon, $W = 63$, p -value = 0.46).

Variables Environnementales	Yenne (73)	St Genix (73)	Drôme
forêt sans lisière	-0,24	-0,19	0,37
friche	-0,35	-0,64	0,24
milieux aquatiques	0,37	0,03	-0,08
milieux avec haies	0,16	0,1	-0,47
milieux avec lisières	-0,53	-0,33	-0,18
milieux cultivés	0,26	0,4	-0,28
prairies	-0,31	0,44	-0,39
roche et éboulis	0,34		-0,06
ripisylve	0,29	-0,21	-0,42
Zone urbaine avec arbre	0,01	0,14	-0,35
Zone urbaine sans arbres	0,14	0,13	

Figure 13. - Coefficients de corrélation de chaque variable environnementale avec l'axe de marginalité pour les colonies de barbastes. En gras, les variables sélectionnées.

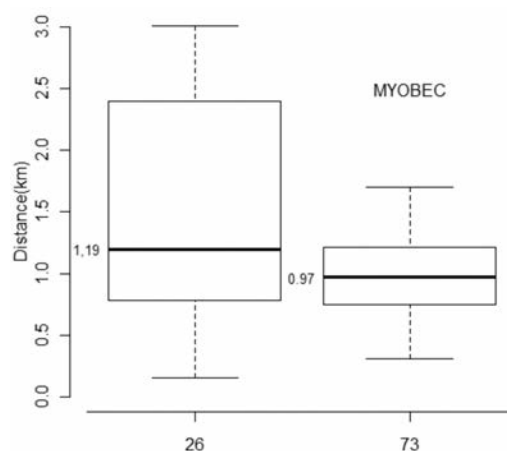


Figure 12. - Comparaison des distributions des distances entre gîte et terrain de chasse en Drôme (26) et en Savoie (73) pour le murin de Bechstein.

HABITATS DE CHASSE SÉLECTIONNÉS

Les habitats sélectionnés par la Barbastelle

Les résultats de l'ENFA montrent que la Barbastelle sélectionne plusieurs habitats en activité de chasse. Les valeurs de marginalité sont significatives pour les trois colonies ($p < 0,001$). Pour chaque habitat, un coefficient de marginalité est calculé (Fig. 13).

Pour les deux colonies de Savoie, les résultats montrent une importante sélection des lisières (Yenne : $Mar = -0,53$ et St-Genix : $Mar = -0,33$). Les friches sont également sélectionnées par les deux colonies (Yenne : $Mar = -0,34$; St-Genix : $Mar = -0,63$). D'autres habitats sont sélectionnés par les deux colonies mais de façon moins importante, comme les forêts (Yenne : $Mar = -0,24$ et St-Genix : $Mar = -0,22$). Enfin, on remarque que certains habitats sont sélectionnés par une des colonies et évités par l'autre comme les prairies (Yenne : $Mar = -0,41$ et St-Genix : $Mar = 0,43$) ou les ripisylves (Yenne : $Mar = 0,29$ et St-Genix : $Mar = -0,21$). Par ailleurs, les milieux cultivés sont évités par les deux colonies (Yenne : $Mar = 0,25$ et St-Genix : $Mar = -0,39$) (Fig. 13).

Pour la colonie de la Drôme, on note des différences de choix d'habitats de chasse avec celles de Savoie. Les haies, les ripisylves et les prairies sont les plus sélectionnées (respectivement : $Mar = -0,47$; $Mar = -0,42$; $Mar = -0,39$). Les zones urbaines boisées et les milieux cultivés sont également sélectionnés.

Variables environnementales	Drôme
forêt sans lisière	-0,31
friche	-0,14
milieux aquatiques	0,3
milieux avec haies	0,33
milieux avec lisières externes	-0,09
milieux avec lisières internes	-0,58
milieux cultivés	0,43
plantation sans lisière	-0,13
prairies	0,12
ripisylve	-0,07
Zone urbaine avec arbres	0,35

Figure 14. - Coefficients de corrélation de chaque variable environnementale avec l'axe de marginalité pour la colonie de murin de Bechstein. En gras, les variables sélectionnées.



tionnés (Mar=-0,35 ; Mar=-0,28). Les lisières sont très peu choisies par rapport aux colonies de Savoie (Mar=-0,17), les friches et les forêts sont, quant à elles, évitées (Mar=0,24 ; Mar=0,37) (Fig. 8).

On note donc pour ces trois colonies que la Barbastelle apprécie les écotones arborés tels que les lisières et les haies. Les habitats autour de ces écotones ressortent également (prairies,

milieux cultivés, forêts, ripisylves, friches).

Les habitats sélectionnés par le Murin de Bechstein

Les résultats de l'ENFA pour le Murin de Bechstein montrent qu'il opère une sélection non aléatoire de ses terrains de chasse. Les valeurs de marginalité sont significatives pour la colonie ($p < 0,004$). La figure 14 montre les coefficients de

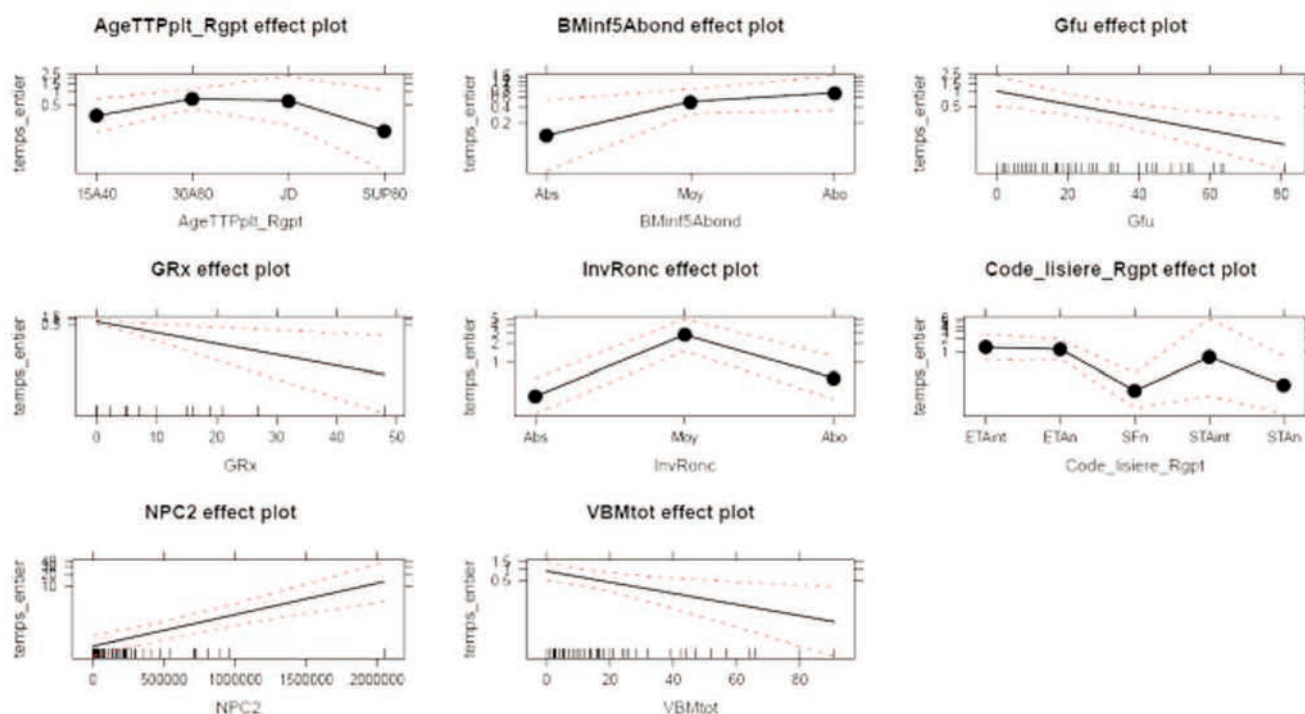


Figure 15. - Effets de l'âge des peuplements, de l'abondance du bois mort au sol inférieur à 5 cm, de la surface terrière en feuillus, surface terrière en résineux, de l'abondance de ronces, du type de lisière, la densité des précomptables et du volume de bois mort total sur le temps passé en activité de chasse par la barbastelle dans les lisières de l'avant-pays savoyard.

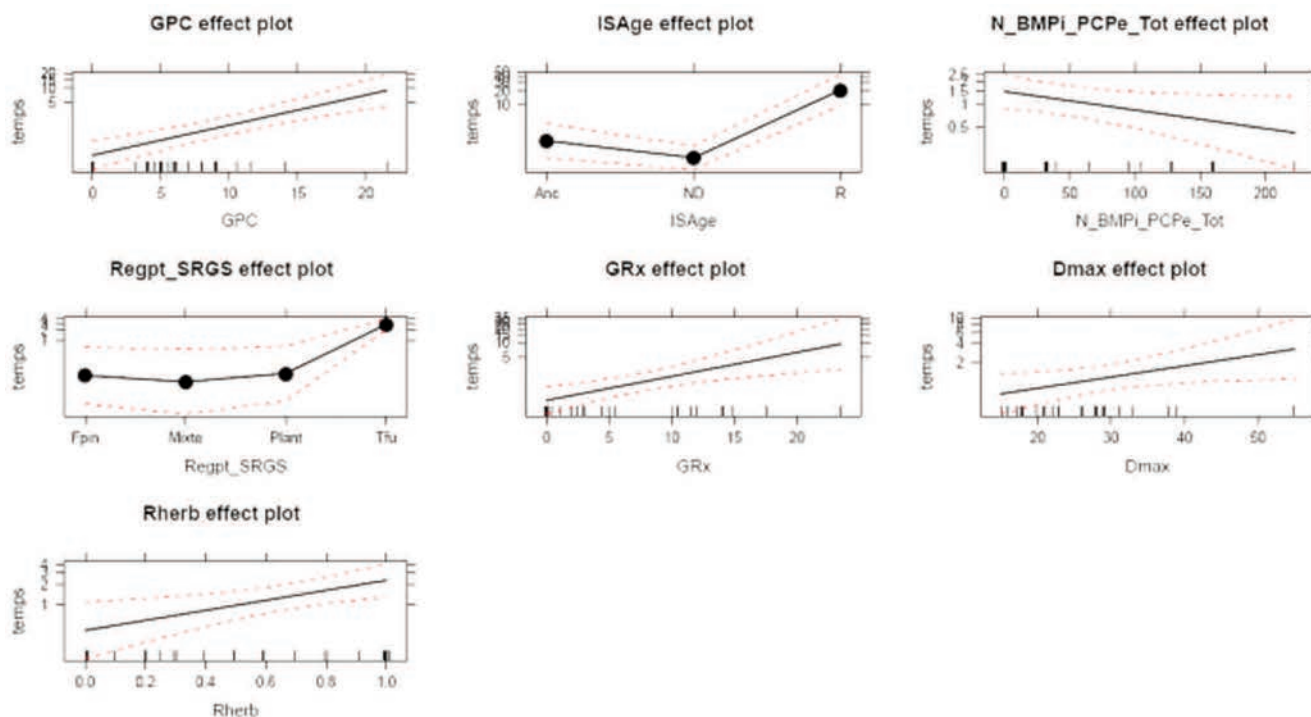


Figure 16. - Effets de la surface terrière en précomptables, l'âge des interventions sylvicoles, la densité du bois mort sur pied total, du type de peuplement selon la typologie SRGS, surface terrière en résineux, diamètre maximal et du recouvrement herbacé sur le temps passé en activité de chasse par le murin de Bechstein dans les peuplements de la Drôme provençale.



marginalité pour chaque variable environnementale. On remarque que les milieux avec lisières internes (chemins et clairières forestières) et les forêts sont sélectionnés (Mar=-0,58 et Mar=-0,30) par la colonie. On constate enfin que les milieux aquatiques, les cultures, les haies et les zones urbaines sont évités (respectivement : Mar=0,29 ; Mar=0,42 ; Mar=0,33 ; Mar=0,34), (Fig. 14).

La colonie de Murin de Bechstein étudiée semble donc sélectionner les milieux forestiers.

MICRO-HABITATS FORESTIERS SÉLECTIONNÉS

Les micro-habitats sélectionnés par la Barbastelle

D'après les résultats de l'ENFA, la Barbastelle sélectionne les milieux avec lisières de manière importante en Savoie. Le modèle généré sur l'étude des lisières a un ROC de 0,78 traduisant une prédiction satisfaisante.

La figure 15 montre les différentes variables qui jouent un rôle important, ainsi la densité de précomptables ainsi que l'abondance du bois mort de petit diamètre ou encore la présence de ronces favoriserait l'activité de chasse de la Barbastelle sur ce site. À l'opposé, une surface terrière trop élevée (de feuillus ou résineux) lui serait défavorable. Concernant l'âge des peuplements limitrophes, ceux de 30 à 80 ans semblent ici plus utilisés en terrain de chasse que les peuplements jeunes et denses ou plus âgés. Les lisières situées en ripisylve sont particulièrement favorables à la Barbastelle, contrairement aux lisières présentes au sein du peuplement forestier.

Les micro-habitats sélectionnés par le Murin de Bechstein

D'après les résultats de l'ENFA, le Murin de Bechstein chasse au sein du peuplement forestier. Afin de préciser les micro-habitats utilisés, un modèle a été testé. La valeur du

ROC de 0,68, traduit une prédiction peu satisfaisante. Des résultats intéressants en ressortent cependant. Parmi les variables influençant positivement l'activité de chasse, le diamètre maximal inventorié, reflet de la maturité du peuplement, s'est démarqué ainsi que la composition en essence (corrélation positive avec la surface terrière de résineux). La stratification horizontale doit relever d'une importance particulière, puisque l'activité de chasse augmente avec la surface terrière des précomptables. La stratification verticale n'a donné ici aucun résultat. Le recouvrement en strate herbacée est de même significatif et favorable. Aucun résultat concernant le bois mort ne peut être interprété ici. (Fig. 16).

De plus, l'autre résultat important de l'ENFA montre que le Murin de Bechstein chasse au sein des lisières internes au milieu forestier. Le modèle sur l'étude des micro-habitats des lisières dans la Drôme et en Savoie a un ROC de 0,8, traduisant une prédiction très satisfaisante.

Une surface terrière trop élevée limite l'activité de chasse selon ce modèle, cette observation étant valable pour les feuillus et pour les résineux. Les plantations et taillis semblent moins utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein, en opposition aux futaies de pins ou les peuplements mixtes. L'abondance élevée de lierre s'avère ici positive. Les critères liés aux interventions sylvicoles et à la répartition du bois mort inférieur à 5 cm ne peuvent mener à aucune conclusion (Fig. 17).

DISCUSSION

EFFECTIFS RÉGIONAUX

Pour les deux espèces, les tailles moyennes des colonies sont conformes à celles connues dans la bibliographie [ARTHUR & LEMAIRE 2009]. Les effectifs régionaux réels sont probablement nettement supérieurs en raison des secteurs où peu de gîtes ne sont connus alors que la présence de l'espèce est avérée.

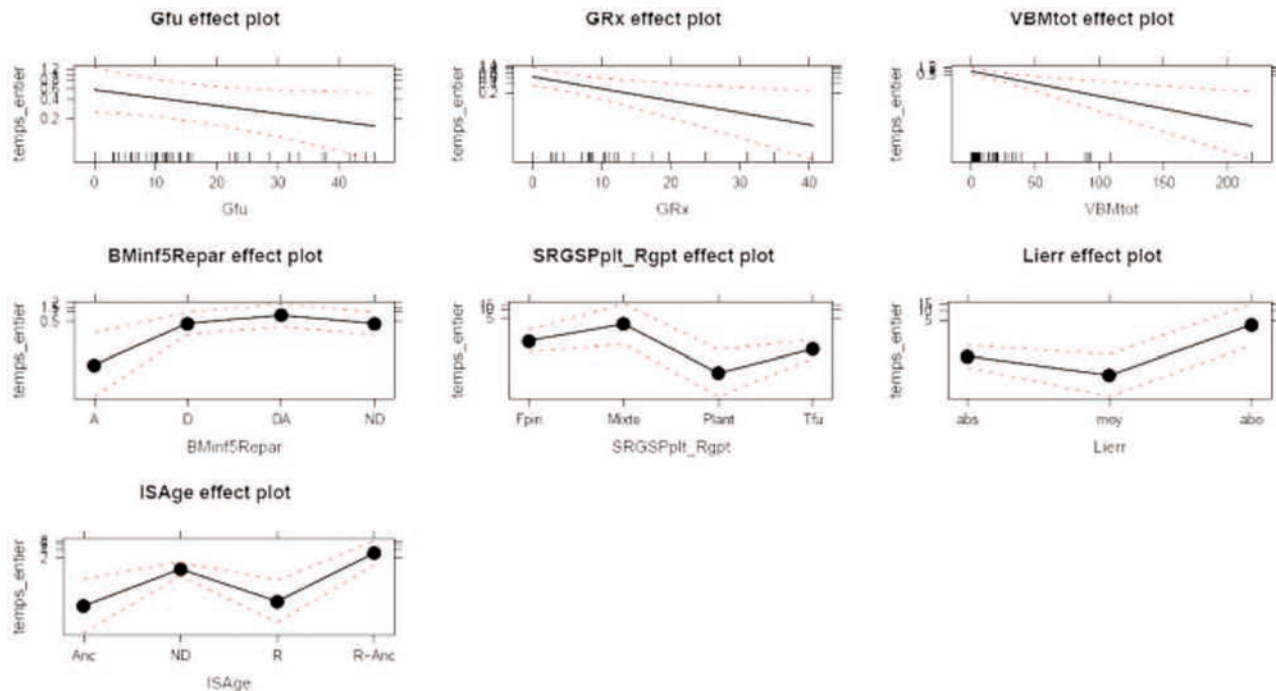


Figure 17. - Effets de la surface terrière en feuillus et en résineux, du volume de bois mort total, de la répartition du bois mort au sol inférieur à 5 cm, du type de peuplement selon la typologie SRGS, l'abondance de lierre et l'âge des interventions sylvicoles sur le temps passé en activité de chasse par le murin de Bechstein dans les lisières de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard.

UTILISATION DES GÎTES

Barbastelle d'Europe

Les gîtes de reproduction utilisés par la Barbastelle en Rhône-Alpes sont très majoritairement situés dans des bâtiments. D'après d'autres études, la Barbastelle est connue pour occuper des écorces décollées ou des fissures dans des arbres [CORNES 2006, GREENAWAY 2001, MESCHDE & HELLER 2003, RUSSO *et al.* 2005]. Les volets ou les doubles poutres utilisés par les Barbastelles de Rhône-Alpes s'apparentent à ces types de gîtes forestiers : gîte de faible volume et étroit. Ce type de gîte en milieu bâti est déjà connu [ARTHUR & LEMAIRE 2002, ROS 2006] mais ceci pouvait être dû à une détection plus aisée que dans des arbres. Dans la présente étude, la majorité des gîtes identifiés l'a été grâce à la technique du radiopistage, il n'y a donc pas de biais liés à la détectabilité, on peut donc estimer que dans la région, la majorité des gîtes de mise-bas se situe dans des constructions humaines.

La taille des colonies sont en accord avec la bibliographie [ARTHUR & LEMAIRE 2002, GREENAWAY 2001, MESCHDE & HELLER 2003, ROS 2006].

Murin de Bechstein

Les gîtes de reproduction utilisés par le Murin de Bechstein en Rhône-Alpes sont majoritairement arboricoles et principalement dans les cavités de pics. Ces caractéristiques sont communes à d'autres études [ARTHUR & LEMAIRE 2009, DIETZ & PIR 2000]. Les essences principales d'arbres occupées sont les chênes qui sont très favorables aux pics [CHARMAN *et al.* 2012]. En Rhône-Alpes, les gîtes de reproduction sont essentiellement situés au sein du peuplement forestier. En effet, d'après la bibliographie, l'environnement ou « l'ambiance forestière » semble déterminant dans le choix et l'occupation des gîtes. Il a, en effet, été observé que le recouvrement de la strate comprise entre 5 et 10 mètres de haut était plus élevé à proximité des gîtes et peut ainsi avoir un effet « sécurisant » sur les individus en leur permettant de se dissimuler au sein du feuillage dès la sortie du gîte [KERVYN 2004, GREENAWAY & HILL 2004] (Tillon, comm. pers.). Il aurait été intéressant dans notre cas de relever des variables environnementales autour des gîtes découverts afin de compléter ces connaissances.

DISTANCE GÎTE-TERRAIN DE CHASSE
ET SURFACE DES DOMAINES VITaux

Les distances gîte-terrain de chasse et la surface des domaines vitaux sont en accord avec la bibliographie [ALDHOUS 2005, ALDHOUS 2006, CORNES 2006, GREENAWAY 2004, GREENAWAY 2001, SCHOFIELD *et al.* 1997, VINCENT WILDLIFE TRUST 2002, WOLZ 1993].

De manière générale, on constate que les deux espèces chassent plus loin en Drôme qu'en Savoie et que leurs domaines vitaux y sont également plus importants. Ceci peut s'expliquer par le fait que les habitats présents en Savoie seraient plus favorables que ceux présents en Drôme ce qui permettrait aux chauves-souris de trouver une ressource alimentaire suffisante en allant chasser moins loin. En complément, les populations des deux espèces sont plus importantes en Savoie, ce qui semble aller dans le sens que la ressource alimentaire n'est pas un facteur limitant.

HABITATS ET MICRO-HABITATS DE CHASSE SÉLECTIONNÉS

Les terrains de chasse sélectionnés par la Barbastelle

Les résultats de l'ENFA montrent que la Barbastelle sélectionne des habitats au sein de son domaine vital pour s'alimenter qui sont principalement les lisières arborées telles que les lisières forestières et les haies (écotones arborées). Ces résultats sont en accord avec ce qui a déjà été observé par d'autres auteurs [ROUÉ & BARATAUD 1999, GREENAWAY 2004]. Le milieu urbain avec des arbres est également sélectionné. Cet habitat constitué de jardins et de haies s'apparente également à des lisières. Ces interfaces arborées sont riches en microlépidoptères [BOUTIN *et al.* 2011, MERCKX *et al.* 2012] qui représentent la quasi totalité du régime alimentaire de la Barbastelle [ROUÉ & BARATAUD 1999].

Les milieux à proximité de ces écotones (prairies, friches, forêts, ripisylves et milieux cultivés) ressortent également avec l'ENFA. Il faut toutefois être prudent avec ces résultats puisque l'analyse compare des valeurs de distances entre chaque habitat ainsi, s'il y a sélection des écotones, il y a également sélection des habitats adjacents. Il faudrait travailler à une échelle plus fine pour pouvoir discriminer précisément ces habitats. Nous pouvons surtout conclure que la Barbastelle apprécie les zones d'interfaces (lisières forestières, allées forestières, haies) présentant une structure verticale quels que soient les milieux alentour.

Par ailleurs, on remarque des différences de sélection d'habitats entre les colonies de Savoie et celle de la Drôme. Les premières semblent chasser surtout dans les secteurs de friches avec lisière forestière, alors que la colonie de la Drôme chasse dans les milieux ouverts avec haies. La raison pour laquelle les lisières ont été très peu sélectionnées dans la Drôme peut s'expliquer par le fait que cet habitat est réparti de manière régulière et abondante dans le domaine vital de la colonie. Cette analyse met surtout en évidence l'utilisation des habitats peu répandus dans le domaine vital [AZAM 2012].

Les analyses des micro-habitats utilisés par la Barbastelle au niveau des lisières indiquent que la densité en précomptables influencerait positivement sur son activité de chasse. La présence de ronces et de lierre serait, de même, favorable. Les peuplements âgés de 30 à 80 ans sont, de même, particulièrement sélectionnés. Le type de lisière recherché semble être préférentiellement les lisières externes au peuplement et celles de ripisylve. Le bois mort, notamment inférieur à 5 cm, influencerait aussi.

Les terrains de chasse sélectionnés
par le Murin de Bechstein

Les résultats obtenus pour le Murin de Bechstein montrent que cette espèce chasse au sein du milieu forestier et au niveau des lisières internes du boisement (allées, clairières forestières et trouées). Ces résultats sont en accord avec la bibliographie [BARATAUD *et al.* 2009, DIETZ & PIR 2009, NAPAL *et al.* 2010]. Ces analyses apportent peu d'informations sur la biologie de l'espèce, puisque les variables environnementales étudiées sont trop générales pour pouvoir analyser finement les micro-habitats utilisés.

Les analyses de ces micro-habitats montrent que l'espèce est sensible à la maturité des peuplements, à la stratification horizontale et verticale. Un peuplement âgé, présentant des catégories de diamètre élevé, la présence de bois mort et un sous-étage lui serait donc favorable. Ces résultats sont en accord avec la bibliographie [BARATAUD & GIOSA 2012, BARATAUD *et al.* 2009]. Le

comportement de chasse de type "glaneur" du Murin de Bechstein est bien cohérent à ces variables sélectionnées [MESCHÉDE & HELLER 2003].

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En conclusion de cette étude qui a duré plus de 4 ans, de nombreux éléments de l'écologie de la Barbastelle et du Murin de Bechstein ont été précisés dans la région Rhône-Alpes et mis à profit grâce notamment à la rédaction d'un cahier technique à destination des gestionnaires forestiers [VUINÉE *et al.* 2012]. Une

meilleure connaissance de ces espèces patrimoniales permet d'apporter un argumentaire plus solide pour élaborer des mesures de gestion en leur faveur dans les peuplements forestiers.

La conservation de ces espèces nécessite une approche à différentes échelles : celle du paysage pour aborder la dimension fonctionnelle des domaines vitaux (surfaces forestières, corridors biologiques, etc.) et celle du peuplement afin de travailler au maintien ou à la restauration de caractéristiques des peuplements déterminantes pour assurer la disponibilité en gîtes et en terrains de chasse (hétérogénéité, diversité en essences, âge moyen, densité de vieux arbres, stratification, quantité de bois mort...).

Références bibliographiques

- ALDHOUS T. 2005. - Barbastelle radiotracking in Bedfordshire. *Bedfordshire Naturalist*, 58 : 31-32.
- ALDHOUS T. 2006. - Barbastelle radiotracking in Bedfordshire. *Bedfordshire Naturalist*, 59 : 21-23.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. 2009. - *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Meze Biotope. Muséum National d'Histoire Naturelle.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. 2002. - Atlas des chauves-souris du département du Cher. *Symbioses, n.s.*, 6 : 59-72.
- AZAM C. 2012. - *Caractérisation des habitats potentiels de chasse du grand rhinolophe Rhinolophus ferrumequinum et du murin à oreilles échancrées Myotis emarginatus*. Rapport de stage Master 1. 89p.
- AZAM C., LYX D., QUEKENBORN D., BROCHIER C. & FONDERFLICK J., 2013. - *Action A7 : Tutoriel pour l'élaboration d'un modèle paysager*. Life+Chiromed. 40p.
- BARATAUD M. & GIOSSA S., 2012. - *Biodiversité des chiroptères et gestions forestières en Limousin*. GMHL. 33 p.
- BARATAUD M., 2012. - *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe*. Meze. Biotope. Muséum National d'Histoire Naturelle.
- BARATAUD M., GRANDÉMANGE F., DURANEL A. & LUGON A., 2009. - Étude d'une colonie de mise bas de *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817 - Sélection des gîtes et des habitats de chasse, régime alimentaire et implications dans la gestion de l'habitat forestier. *Le Rhinolophe*, 18 : 83-112.
- BARTONICKA T. & REHAK Z., 2004. - Flight activity and habitat use of *Pipistrellus pygmaeus* in a floodplain forest. *Mammalia*, 68 (4) : 365-375.
- BOUTIN C., BARIL A., MCCABE S. K., MARTIN P. A. & GUY M., 2011. - The value of woody hedgerows for moth diversity on organic and conventional farms. *Environmental entomology*, 40 : 560-569.
- CHARMAN EC., SMITH KW., DODD S., GRUAR DJ. & DILLON IA., 2012. - Pre-breeding foraging and nest site habitat selection by Lesser Spotted Woodpeckers *Dendrocopos minor* in mature woodland blocks in England. *Ornis Fennica*, 89 : 182-196.
- CORNES B., 2006. - Barbastelle radiotracking in 2005. *Bedfordshire Naturalist*, 60 (1) : 22-28.
- DE THIERSANT M.P. & DELIRY C. (coord.), 2008. - *Liste rouge des Vertébrés Terrestres de la région Rhône-Alpes*. CORA Faune Sauvage, Région Rhône-Alpes : 283 pp.
- DIETZ M. & PIR J., 2009. - Distribution and habitat selection of *Myotis bechsteinii* in Luxembourg: implications for forest management and conservation. *Folia Zool.*, 58 : 327-340.
- FENTON MB., 1997. - Science and the conservation of bats. *Journal of mammalogy*, 1 : 1-14.
- GIRARD-CLAUDON J. 2011. - Bilan de quatre années d'étude de deux espèces de chauves-souris forestières. *Le Bièvre*, 25 : 67-73.
- GIRARD-CLAUDON J. & VINCENT S., 2007. - *Etude des gîtes et habitats de chasse de la Barbastelle Barbastella barbastellus dans l'Avant-Pays Savoyard, en vue de sa conservation*. Plan d'Action en faveur des Chiroptères Rhône-Alpes, rapport préliminaire, 50p.
- GREENAWAY F., 2001 - The Barbastelle in Britain. *British Wildlife*, 12 : 327-334.
- GREENAWAY F., 2004. - *Advice for the management of flightlines and foraging habitats of the barbastelle bat Barbastella barbastellus*. English Nature Research Reports. 29 p.
- GREENAWAY F. & HILL D., 2004. - *Woodland management advice for Bechstein's bat and Barbastelle bat*. English Nature Research Reports 658, 30 p.
- HIRZEL A., HAUSSER J., CHESSEL D. & PERRIN N., 2002. - Ecological-niche factor analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, 83 : 2027-2036.
- KERVYN T., 2004. - *Résumé du colloque sur la gestion forestière en faveur des chauves-souris* - 16 et 17 septembre 2004, Université de Bournemouth, Angleterre, Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois de Wallonie.
- MACKIE I. & RACEY P., 2007. - Habitat use varies with reproductive state in noctule bats (*Nyctalus noctula*): Implications for conservation. *Biological conservation*, 140 : 70-77.
- MERCKX T., MARINI L., FEBER R. & MACDONALD D., 2012. - Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management. *Journal of applied ecology*, 49 : 1396-1404.
- MESCHÉDE A. & HELLER K-G, (2003). - Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe*, 16 (MHN de Genève) : 1 - 248.
- NAPAL M., GARIN I., GOITI U., SALSAMENDI E. & AIHARTZA J. 2010. - Habitat selection by *Myotis bechsteinii* in the south-western Iberian Peninsula. *Ann. Zool. Fennici*, 47 : 239-250.
- ROS J., 2006. - Les colonies estivales de Barbastelles en Bretagne. *Symbioses, n.s.*, 15 : 15-16.
- ROUÉ S. & BARATAUD M., 1999. - Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe, synthèse des connaissances : la barbastelle. *Le Rhinolophe*, 2 : 107-118.
- RUSSO D., CISTRONE & JONES G., 2005. - Spatial and temporal patterns of roost use by tree-dwelling barbastelle bats *Barbastella barbastellus*. *Ecography*, 28 : 769-776.
- SCHOFIELD H.W., GREENAWAY F. & MORRIS C.J., 1997. - *Preliminary studies on Bechstein's bat*. The Vincent Wildlife Trust, Review of 1996 : 71-73.
- SIERRO A., 1999. - Habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*) in the Swiss Alps (Valais). *Journal of Zoology*, 4 : 429-432.
- VINCENT S., 2007. - *Plan de restauration des chiroptères en Rhône-Alpes 2008-2010*. CORA Faune Sauvage, 22p.
- VINCENT WILDLIFE TRUST, 2002. - *Barbastelle bat*. 6 p.
- VERNET A., 2013. - *Recherche de gîtes de reproduction et analyses d'habitats de chasse de trois Chiroptères de Rhône-Alpes à l'aide de la télémétrie*. 63p.
- 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*. 210 p.
- VUINÉE L., GIRARD-CLAUDON J. & VINCENT S., 2012. - *Gestion forestière et préservation des chauves-souris*. Editions techniques du Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels. 32 p.
- WHITE GARROT., 1990. - *Analysis of wildlife radiotracking data*. San Diego, Academic Press Inc. 13.
- WOLZ I., 1993. - Das Beutespektrum der bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818), Ermittelt aus Kotanalysen. *Myotis*, 31 : 27-68.
- ZEALE M., DAVIDSON-WATTS I. & GARETH J., 2012. - Home range use and habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*): implications for conservation. *Journal of Mammalogy*, 93 : 1110-1118.