

Fréquentation des prairies de fauche par les chiroptères en chasse dans les Alpes du sud

Michel Barataud ¹, Daniel Demontoux ², Sylvie Giosa ¹

¹ Colombeix 23400 Saint-Amand-Jartoudeix

² Parc National du Mercantour, BP 1316, 06006 Nice Cedex

Mots clefs : *détection, écholocation, milieu ouvert*



Prairie fleurie d'Estenc (Entraunes, 06), altitude 1780 m., accueillant 11 espèces. Ph. M. Barataud



Résumé

Des relevés acoustiques ont été réalisés dans le Parc national du Mercantour (Alpes du sud) sur des prairies subnaturelles avant la fauche. L'influence de différentes variables environnementales est évaluée. Si les lisières de haies ou de bois concentrent une forte activité globale, le centre des prairies est très attractif pour plusieurs espèces glaneuses dont *Plecotus* spp., *Myotis oxygnathus* et *M. nattereri*. Ce dernier, au vu des résultats, peut être qualifié de spécialiste du feuillage, qu'il soit arboré ou prairial.



Abstract

Acoustic monitoring was performed in Mercantour National Park (south Alps, France) on semi natural meadows before mowing. The influence of various environmental variables is evaluated. Hedgerows and wood edges display maximum overall activity, but the centre of the meadows is very attractive for several gleaning bats such as *Plecotus* spp., *Myotis oxygnathus* et *M. nattereri*. The results suggest that the latter can be considered as a foliage specialist, would it be tree or grass foliage.

INTRODUCTION

Les chiroptères forment un groupe diversifié d'espèces au régime insectivore plus ou moins spécialisé. Différentes adaptations les conduisent à se répartir les différentes strates aériennes et structures d'habitats au sein d'un paysage. Étant situés à un niveau élevé dans leur pyramide alimentaire, ils constituent de remarquables indicateurs de la diversité biologique (entomofaune, avec plantes-hôtes et prédateurs associés). Le nombre et la nature des espèces de chiroptères en un lieu donné, associés à un indice mesurant leur activité de chasse, permettent un diagnostic ponctuel concernant l'intérêt des écosystèmes visités pour la biomasse concernée. La difficulté d'étudier l'activité des chiroptères (espèces petites, nocturnes, volantes et inaudibles) est aujourd'hui atténuée par la mise au point de techniques de détection des ultrasons émis par les individus en vol et d'une méthode associée (identification acoustique des espèces et de leur type d'activité). Il est donc désormais possible, moyennant un protocole adapté, de mettre en évidence le niveau d'activité des différentes espèces tout au long de la saison de chasse dans plusieurs types d'habitats. Les résultats permettent de hiérarchiser les paramètres influençant la fréquentation des milieux par les chauves-souris (Moeschler & Blant 1990 ; Walsh & Mayle 1991 ; de Jong 1995 ; Boonman 1996 ; Hayes 1997 ; Vaughan *et al.* 1997 ; Ahlén & Baagøe 1999 ; Barataud 2011).

Le Parc national du Mercantour est situé à l'extrême sud occidental de l'arc alpin, dans les départements français des Alpes de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes. Il couvre une superficie de 214 720 ha, dont 68 450 ha en zone cœur, et s'étend sur sept vallées : la Roya, la Bévéra, la Haute-Vésubie, la Tinée, le Haut Verdon, la Haute Ubaye et la Haute vallée du Cians-Var, passant d'une altitude minimale de 490 m à des sommets de plus de 3 000 m. Le Parc présente une très grande diversité écologique et constitue un carrefour biogéographique ; une partie de cette diversité est le fruit de la rencontre de trois influences climatiques : climat méditerranéen de type provençal, climat de montagne, climat méditerranéen de type ligure. Près de 30 % de

la surface du cœur du Parc sont forestiers (avec une grande variété d'essences feuillues et résineuses), ce qui est remarquable pour un Parc de montagne. Les prairies de fauche ne totalisent que 1448 ha au sein du Parc National (moins de 1% de la surface totale), et sont situées principalement dans la zone d'adhésion. Ces milieux sont devenus un habitat rare dans le massif du Mercantour en raison de l'abandon des pratiques agricoles ; ils représentent une biodiversité potentielle importante tant au niveau de la flore que de la faune, et leur rôle au sein de ces écosystèmes reste à étudier.

La Communauté de communes du Cians-Var (CCCV) couvre les hautes vallées du Var et de son affluent le Cians, incluant les zones cœur et d'adhésion de ce secteur du Parc National, dont les gorges de Daluis ; il existe un partenariat étroit entre la CCCV et le Parc, concrétisé en 2011 par une convention de partenariat sur la gestion des sites Natura 2000 à chiroptères des Entraunes et de Castellet lès Sausses – Gorges de Daluis.

Si les chiroptères fréquentant les milieux forestiers, et plus particulièrement les forêts de mélèze d'Europe (Barataud 2013), sont désormais mieux cernés au sein du Parc National, leur diversité spécifique et leurs niveaux d'activité restent inconnus en milieu ouvert. Parmi ces derniers, les prairies de fauche sont supposées exercer une attractivité particulière car elles permettent le développement d'une entomofaune généralement riche et abondante, qui devient par ailleurs facilement accessible, de manière fugace mais explosive, au moment de la coupe (Barataud 2005). Le but de cette étude est de dresser un aperçu de la pression d'utilisation de ces habitats par les chiroptères en chasse, sous forme de relevés d'inventaires sur quelques stations dans différents secteurs du Parc, en période de maturité de l'herbe juste avant la fauche.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le matériel utilisé optimise les possibilités actuelles d'études acoustiques en détection manuelle, en combinant les avantages de l'analyse auditive sur le terrain et de l'analyse informatique postérieure : détecteurs hétérodyne / expansion de temps Pettersson D980 et D1000X, associés au logiciel BatSound (Pettersson Elektronik ABTM).

Les relevés se déroulent durant les 3 heures qui suivent le crépuscule, par points d'écoute de 45 minutes effectués sur des stations (distantes de 50 m minimum) présentant des différences de structures horizontale et/ou verticale au sein du même habitat. Chaque station d'écoute est décrite en journée selon ses coordonnées géographiques, sa composition et sa structure végétales. Les contacts acoustiques sont rattachés aux variables environnementales correspondant à la station pour permettre de corrélérer les indices d'activité avec les habitats inventoriés.

Les méthodes de quantification de l'activité obéissent souvent prioritairement aux exigences des traitements statistiques ; elles doivent aussi tenir compte des biais liés à la collecte de l'information (qualité des microphones par exemple) ; enfin elles doivent s'efforcer de restituer au mieux la réalité de la pression d'utilisation de l'habitat par les chiroptères en activité nocturne, via leurs émissions acoustiques : un contact furtif dure en moyenne autour de cinq secondes, mais souvent l'individu émetteur reste audible en continu durant plusieurs minutes, et il peut paraître fallacieux de donner la même valeur à deux séquences sonores durant respectivement 2 et 60 secondes. Les caractéristiques de l'unité de quantification de l'activité sont donc primordiales dans l'interprétation des résultats. De nombreuses études sur le continent américain appliquent la méthode de *site occupancy*, dominée par des objectifs de traitements statistiques : simple probabilité de détection binaire (présence ou absence) sur des pas de temps très importants, allant de l'heure à la soirée d'enregistrement (Mc Kenzie et al. 2002). A l'opposé, d'autres études opèrent une comptabilité des signaux (Gorresen et al. 2008), fastidieuse et trop sensible aux différences de sensibilité entre microphones. Beaucoup d'études en Europe définissent un contact comme l'occurrence d'un taxon à l'intérieur d'une période temporelle de durée variant de cinq à 60 secondes selon les études (Bartonicka & Zukal 2003 ; Kush & Idelberger 2006 ; Bas & Bas 2011). Enfin Haquart (2013) préconise l'occurrence d'un taxon par minute avec l'indice de minute positive par nuit, cette méthode s'appliquant aux enregistrements automatiques. La méthode utilisée dans la présente étude utilise l'occurrence d'un taxon par tranche de cinq secondes (correspondant à la durée moyenne d'une séquence sonar) multipliée par le nombre d'individus entendus en simultané (discernable en hétérodyne jusqu'à cinq individus maximum grâce aux différences individuelles de rythme, et de fréquence pour les signaux à composante Quasi Fréquence Constante (QFC). L'indice d'activité est exprimé en nombre de contacts

par heure ; ainsi le calcul est le suivant, pour une espèce donnée dans un type d'habitat donné : (nombre de tranches de 5s positives) x (nombre d'individu par tranches) x (60/5). Cette méthode a l'avantage de mettre en évidence à la fois des variations fines de l'activité instantanée, et des variations de grandes amplitudes sur le long terme (Barataud 2012) ; elle est cependant sensible aux variations de caractéristiques des détecteurs et nécessite donc une harmonisation du matériel utilisé, ce qui est le cas dans la présente étude.

L'intensité des émissions sonar est différente selon les espèces, ce qui empêche la comparaison de leurs indices d'activité respectifs. Afin de pondérer cette disparité, nous appliquons aux contacts de chaque espèce un coefficient de détectabilité corrélé à sa distance de perception (Barataud 2012). Les valeurs du coefficient correspondent aux milieux ouverts ou de lisières arborées concernés par cette étude. *Pipistrellus pipistrellus* a été choisie comme espèce «étalon» (coefficient = 1) en raison de sa grande ubiquité et de sa forte abondance d'activité, qui en font une excellente référence comparative. Ce coefficient est appliqué à tous les contacts pour corriger les indices d'activité, qu'ils soient globaux (toutes espèces confondues) ou qu'ils concernent une espèce ou une guildes d'espèces.

Le type d'activité est précisé : chasse (présence de phase de capture ou d'un rythme typique de recherche de proies), transit (rythme témoignant d'une recherche passive d'obstacles) ou social (cris de communication sociale sans émission de signaux sonar). Ce paramètre qualitatif permet de pondérer les biais liés au simple calcul du temps d'utilisation d'un habitat par un chiroptère (comme dans les études de radio pistage où le type d'activité de l'animal reste largement inconnu).

L'identification spécifique est réalisée selon la méthode naturaliste d'identification acoustique des chiroptères, développée en Europe depuis 1988 (Barataud 1996, 2002, 2012).

Les sites d'étude (Fig. 1) se situent sur le territoire du Parc national du Mercantour (PNM) et de la Communauté de communes Cians-Var (CCCV). Sur chaque site inventorié, plusieurs (généralement 6) stations d'écoute sont sélectionnées, pour répartir la pression d'observation sur la plus large surface possible et tester différentes configurations liées à l'effet de différents types de lisière arborée. Sur chacune des 90 stations, 18 variables sont relevées (Tableau 1), afin d'évaluer l'influence de paramètres biotiques et abiotiques sur l'activité des chiroptères présents.

Les inventaires ont porté sur 15 soirées, du 3 au 7 juillet 2011, et du 11 au 20 juin 2012. L'ensemble totalise 69 h 30mn d'écoute cumulée.

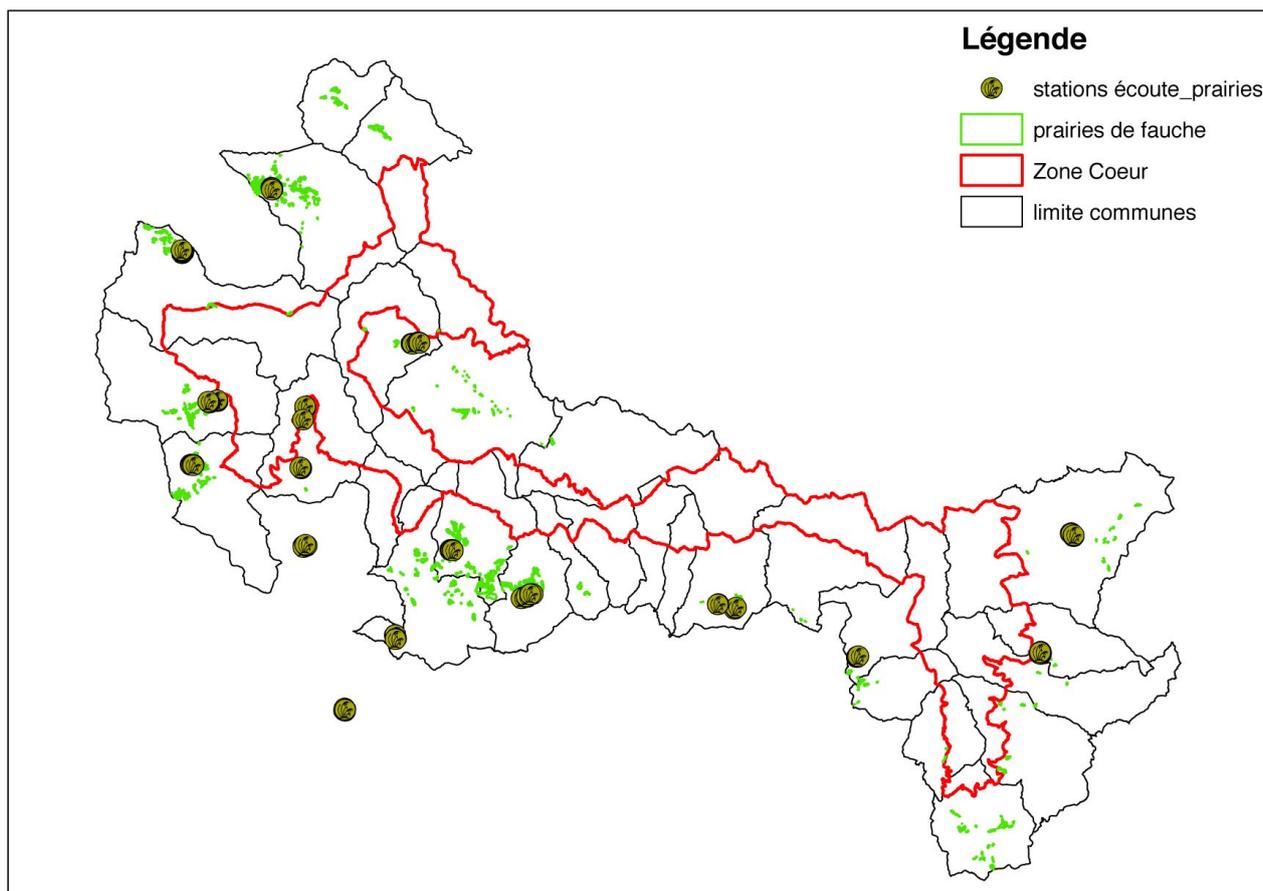


Figure 1 : Situation générale des sites d'inventaire.

SURFACE prairie (ha)	
SURFACE TOTALE ZONE	
ALTITUDE	
EXPOSITION	
Strate arborée (lisière)	Essence
	Diamètre
	Longueur
Strate arbustive	Essences
	Longueur
Strate buissonnante	Essences
	Couverture
Strate herbacée	dominante
	Couverture
	Hauteur
Distance ruisseau ou mare	
Nature lisière	
Distance lisière	
Pâturage	

Tableau 1 : Informations générales et variables descriptives notées sur chaque point d'écoute ; liste des rubriques présentes sur les fiches de relevés (à gauche) et définition de certaines variables (à droite).

VARIABLES	NOTE	DEFINITION
Taille station (description du type de végétation)		rayon de 50m autour du point d'écoute
Strate arborée		ligneux hauteur > 4 m ; longueur de lisière dans un rayon de 50 m
Strate arbustive		ligneux hauteur < 4 m
Strate buissonnante		ronces, fougères, chaméphytes...
Hauteur végétation herbacée	basse	< à 20 cm
	haute	> à 20 cm
Couverture strate végétale ou rochers	1	< 10 %
	2	10 à 40 %
	3	40 à 80 %
	4	80 à 100 %
Nature lisière		arbres isolés
		haie
		bois
Distance lisière	valeur absolue	distance entre observateur et lisière la plus proche, en mètres
Distance cours ou plan d'eau ; sol hygromorphe	hygro	sol engorgé ou présence de suintements
	1	cours ou plan d'eau à moins de 20 m
	2	cours ou plan d'eau entre 20 et 50 m
	3	cours ou plan d'eau à plus de 50 m
Pâturage	oui	prairie proche pâturée depuis moins de 2 semaines
	non	pas de pâturage aux alentours immédiats

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Diversité et activité des espèces

Sur le secteur d'étude 29 espèces de chiroptères sont potentiellement présentes, certaines étant rares à très rares (*R. euryale*, *N. noctula*, *N. lasiopterus*) et d'autres très localisées (*R. ferrumequinum* est uniquement connu en reproduction dans la basse Roya).

Sur les 69 h 30mn d'écoute, 23 espèces ont été contactées, soit 79,3 % de la diversité maximale ; ce résultat témoigne à la fois d'une richesse spécifique importante et d'une efficacité de la méthode utilisée. Ces espèces ont des stratégies d'occupation des milieux différentes ; elles peuvent être ventilées dans cinq types d'habitats préférentiels (Tableau 2).

Les espèces de haut vol échappent à la nature précise de la végétation à l'aplomb de leurs zones de chasse, car elles exploitent la plupart du temps des arthropodes en dérive ou déplacement aériens. *M. oxygnathus* est connu comme spécialiste des milieux prairiaux secs (Arlettaz 1996) et humides (Güttinger et al. 1998) où il capture principalement des sauterelles. *P. macrobullaris*, espèce semblant limitée aux zones d'altitude des Alpes et des Pyrénées (Juste et al. 2004), est supposé exploiter en chasse ces milieux si l'on en juge par la forte occurrence des contacts acoustiques du genre *Plecotus* en pelouses alpines (Barataud 2004). La présence de nombreuses espèces forestières, riveraines et de lisière montre que les prairies de fauche constituent selon les cas une interface (avec le milieu arboré) attractive, ou un habitat où convergent des espèces venant exploiter une ressource alimentaire directement produite par la strate herbacée. Parmi les espèces manquantes on

Tableau 2 : liste des espèces potentiellement présentes sur la zone d'étude et celles rencontrées lors de l'étude dans les différents secteurs du Parc national du Mercantour. Les couleurs de surlignage indiquent les préférences globales d'habitat de chasse selon la bibliographie ; en vert : espèces forestières ; en bleu : espèces de milieux riverains (rivières calmes et plans d'eau) ; en jaune : espèces liées à la végétation herbacée et buissonnante des milieux ouverts ; en brun : espèces de lisières arborées ; en gris : espèces de haut vol.

Espèces	Ubaye	Haut-Verdon	Haut-Var	Haute-Tinée	Vésubie	Roya	TOTAL
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	X	X				X
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>							
<i>Rhinolophus euryale</i>							
<i>Myotis daubentonii</i>			X	X		X	X
<i>Myotis brandtii</i>		X	X		X		X
<i>Myotis mystacinus</i>				X	X		X
<i>Myotis alcathoe</i>							
<i>Myotis emarginatus</i>	X		X	X			X
<i>Myotis nattereri</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Myotis bechsteinii</i>		X	X	X			X
<i>Myotis myotis</i>	X		X			X	X
<i>Myotis oxygnathus</i>	X		X	X	X		X
<i>Nyctalus noctula</i>							
<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nyctalus lasiopterus</i>							
<i>Eptesicus serotinus</i>			X	X	X	X	X
<i>Eptesicus nilssonii</i>							
<i>Vespertilio murinus</i>	X						X
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus nathusii</i>			X		X		X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>						X	X
<i>Hypsugo savii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plecotus auritus</i>			X		X		X
<i>Plecotus austriacus</i>			X		X	X	X
<i>Plecotus macrobullaris</i>	X	X	X				X
<i>Barbastella barbastellus</i>	X		X	X		X	X
<i>Miniopterus schreibersii</i>			X				X
<i>Tadarida teniotis</i>			X	X	X	X	X
TOTAL (sur 29)	12	9	20	12	13	12	23
Indice brut d'activité (n. cont./h)	35,5	8,7	37,3	16,7	51,3	162,7	50,4
Pression d'écoute (heures)	10h30	8h15	28h35	4h30	8h30	9h05	69h25
Surface totale prairies fauches (ha)	413	197	530	74	112	125	1451

retrouve : les quatre raretés citées plus haut, *M. alcatheo* qui est considérée comme spécialiste forestière (Lučan *et al.* 2009) et qui fut contactée durant l'étude sur les mélézins (Barataud 2010), *E. nilssonii* pourtant notée à quelques reprises sur plusieurs secteurs d'altitude notamment à Estenc dans le Haut-Var (Barataud 2010 ; Demontoux & Joulot com. pers.).

Le détail par secteur donne un net avantage au Haut-Var (CCCV) avec 20 espèces (contre 12 en moyenne pour les autres secteurs), ce qui peut s'expliquer par la pression d'écoute 3,5 fois supérieure. *R. hipposideros* est noté seulement dans la moitié ouest de la zone d'étude ; curieusement *M. emarginatus* n'est pas noté en Roya, secteur qui compte de belles colonies de reproduction (Groupe Chiroptères de Provence & PnM, comm. pers.) ; *M. schreibersii* n'a été contacté que dans la partie basse du Haut-Var (La Bastide – Sausses) sans doute en lien avec une colonie dans une cavité proche de quelques kilomètres (GCP com. pers.) ; les espèces les plus ubiquistes sont les habituelles *P. pipistrellus*, *P. kuhlii*, *H. savii*, et *N. leisleri*, mais la surprise vient de *M. nattereri*, présent sur cinq des six secteurs inventoriés.

Sauf mention contraire, les indices d'activité par secteurs, sites ou types d'habitat ont été calculés dans les résultats ci-dessous en excluant les espèces de haut vol (*N. leisleri* et *T. teniotis*) dont le comportement de chasse (stratégie de recherche opportuniste sur de vastes superficies du plancton aérien) ne peut pas être relié de manière directe avec les variables environnementales locales ou stationnelles. Si *N. leisleri* n'influence en général que peu les résultats quantitatifs, *T. teniotis* en revanche peut majorer l'activité de manière considérable (sa forte intensité d'émission le rendant audible en permanence lorsqu'il chasse en vastes cercles élevés au-dessus d'une zone d'écoute), comme ce fut le cas à Fontan en Roya le 6 juillet 2011.

Les indices d'activité entre secteurs montrent une disparité forte sans corrélation avec la pression d'observation ou la surface cumulée de prairies de fauche. En réalité deux espèces de lisière sont responsables de cette situation : *P. kuhlii* (Vésubie, Ubaye et Haut-Var) et *H. savii* (Ubaye). L'activité forte de *P. kuhlii* indique probablement l'existence d'une colonie de mise-bas dans des bâtiments proches des stations d'écoute, comme à La Condamine en Vésubie ou aux Chardonnières dans le Haut-Var. Si l'on exceptait ces biais, les secteurs auraient des indices proches avec une moyenne de 12 chauves-souris/heure (c/h).

On notera que l'activité brute globale (hors *N. leisleri* et *T. teniotis*) est bien plus faible en prairie de fauche (26,1 c/h) que dans les mélézins du PnM (57,3 c/h ; Barataud 2010) malgré la différence d'altitude (respectivement 630 à 1850 m et 1800 m à 2200 m).

Les indices d'activité pondérée (Tableau 3) montrent une hiérarchie largement dominée par *P. kuhlii* ; ceci est principalement dû à trois sites sur les 16 visités : La Condamine en Vésubie, Les Chardonnières et La Bastide dans le Haut-Var. Concernant le genre *Plecotus*, 38,4 %

des 99 contacts n'ont pu être attribués de façon certaine à l'une des trois espèces ; pour cette raison, les graphiques présentés affichent les indices d'activité ramenés au genre, les trois espèces ayant des caractéristiques écologiques présumées proches. *M. nattereri* crée la surprise, car il devient l'espèce spécialiste du feuillage forestier la plus active en prairie haute, et ceci sans artefact car 94,4 % de ses contacts ont été obtenus en centre de prairie ou près d'un arbre isolé. *M. oxygnathus*, connu comme spécialiste du glanage sur la végétation herbacée haute et buissonnante (Arlettaz 1996), ne montre pas une activité dominante dans ce milieu optimal ; cela pourrait être le reflet d'une abondance faible des populations locales sur l'ensemble de la zone d'étude ; l'activité de *M. oxygnathus* la plus élevée se rencontre dans le Haut-Var, cette vallée plus chaude pourrait mieux convenir à cette espèce méridionale (son activité pondérée y est de 2 c/h, contre 1,8 c/h pour *M. nattereri* qui est une espèce de forêt fraîche). *M. bechsteinii* est connu pour être un glaneur forestier strict (Barataud *et al.* 2009), aussi est-il surprenant de le retrouver en aussi bonne place dans ces résultats ; en réalité 98,5 % des contacts ont été obtenus en lisière de haie, notamment les haies doubles où les individus chassaient le long du corridor boisé.

Pression d'utilisation de l'habitat

Les résultats qui suivent ne prennent pas en compte l'activité de *T. teniotis* et *N. leisleri*.

Tableau 3 : Liste des espèces recensées sur la zone d'étude, avec le nombre de contacts acoustiques, le taux de présence sur sites (rapport du nombre de sites avec présence/ nombre total de sites) et l'indice pondéré d'activité (nombre de contacts / heure).

Espèces	N. contacts	% sites	Indice pondéré
<i>P. kuhlii</i>	745	93,8%	10,73
<i>P. pipistrellus</i>	323	100%	4,65
<i>T. teniotis</i>	1547	37,5%	3,79
<i>H. savii</i>	273	93,8%	2,79
<i>M. nattereri</i>	91	56,3%	2,23
<i>M. bechsteinii</i>	70	18,8%	1,71
<i>M. oxygnathus</i>	62	56,3%	1,07
<i>R. hipposideros</i>	14	37,5%	1,01
<i>P. austriacus</i>	40	25,0%	0,69
<i>N. leisleri</i>	142	81,3%	0,63
<i>M. brandtii</i>	13	18,8%	0,47
<i>E. serotinus</i>	42	37,5%	0,43
<i>B. barbastellus</i>	17	25,0%	0,42
<i>P. nathusii</i>	21	31,3%	0,30
<i>M. myotis</i>	17	25,0%	0,29
<i>M. emarginatus</i>	7	25,0%	0,25
<i>P. macrobullaris</i>	19	31,3%	0,24
<i>Plecotus sp.</i>	38	56,3%	0,17
<i>M. daubentonii</i>	5	25,0%	0,12
<i>M. mystacinus</i>	3	12,5%	0,11
<i>P. auritus</i>	2	12,5%	0,03
<i>M. schreibersii</i>	2	6,3%	0,03
<i>P. pygmaeus</i>	1	6,3%	0,01
<i>V. murinus</i>	2	6,3%	0,01

- Altitude

Les sites inventoriés s'étagent de 630 m (La Bastide, Sausses – Haut-Var/CCCV) à 1850 m (Villard Haut – Allos – Haut-Verdon), avec une pression d'écoute à peu près équivalente entre tranches d'altitude. Il semble que l'activité globale soit influencée par l'altitude, avec un effet négatif de cette dernière au-delà de 1400 m. En réalité ce seuil de 1400 m est influencé par *P. kuhlii* qui concentre 38,7 % de l'activité et dont la tendance thermophile est connue [même si elle s'aventure ponctuellement jusqu'à plus de 2200 m (Barataud 2010)]. Par contre la richesse spécifique ne semble pas altérée par l'altitude (Fig. 2).

Les indices pondérés ont été comparés en fonction de l'altitude pour trois taxons d'espèces glaneuses (donc susceptibles d'être plus fortement liées à la végétation herbacée) régulièrement contactées dans cette étude (Fig. 3). *M. nattereri* semble surtout présent au-dessus de 1000 m, et reste l'espèce la plus active au-dessus de 1200 m. *M. oxygnathus* semble moins présent au-dessus de 1500 m. Enfin le genre *Plecotus* semble surtout actif entre 1000 et 1300 m ; les trois espèces ont des préférences thermiques connues différentes, qui semblent se vérifier ici au moins pour les deux espèces les plus contactées : *P. austriacus*, plus thermophile (Motte 2011), n'a pas été identifié au-dessus de 1270 m alors que *P. macrobullaris* n'apparaît qu'au-dessus de 1180 m et jusqu'à 1820 m.

- Surface de prairie

Deux types de variables surfaciques ont été relevés : la surface cumulée des prairies de fauche présentes dans un rayon de 5 km autour de la station d'écoute, et la surface de la parcelle où se déroule le relevé. Ces variables ne semblent influencer ni l'activité globale ni la richesse spécifique.

Si l'on restreint l'exploitation de ces résultats à la guildes des espèces glaneuses les plus contactées en prairie de fauche durant cette étude, on remarque que les petites surfaces (< 1 ha) sont délaissées, au profit de la tranche juste au-dessus (entre 1 et 2 ha) bien fréquentée par les trois taxons (Fig. 4).

Au-delà du seuil de 1ha, *M. nattereri* ne semble pas affectionner de surface particulière : même s'il exploite moins activement les grandes prairies de plus de 10 ha.

M. oxygnathus semble surtout lié aux surfaces de 1 à 2 ha et ne se retrouve pas en deçà de 1 ha et au-delà de 8 ha.

Enfin le groupe des Oreillardes se retrouve dans toute la gamme des surfaces, même si c'est dans ce groupe que l'on retrouve la plus forte spécialisation pour la tranche de 1 à 2 ha ; cette dernière caractéristique se vérifie autant pour *P. austriacus* que pour *P. macrobullaris*.

- Écotone : distance à une lisière arborée

C'est contre les lisières arborées (bois, haie, arbre isolé) que l'activité et la richesse spécifique sont les plus fortes (Fig. 5). C'est le long de ces écotones que l'activité des espèces spécialistes des lisières domine logiquement, or ce sont elles (notamment *Pipistrellus* spp. et

H. savii) qui rassemblent 68,2 % de l'activité.

Même à plus de 50 mètres de toute lisière, l'activité ne baisse pas de manière significative et le nombre d'espèces n'est pas plus affecté.

Notre groupe d'espèces glaneuses apporte des informations complémentaires (Fig. 6). *M. nattereri* montre une tendance surprenante de spécialiste de la végétation herbacée haute, en affichant des forts pics d'activité à 40 mètres et à plus de 50 mètres des lisières arborées, qui influencent l'activité globale (Fig. 5). *M. oxygnathus* confirme son statut de spécialiste (Arlettaz 1996) en fréquentant surtout les zones prairiales entre 20 et 40 mètres des lisières. Enfin le groupe des *Plecotus* semble indifférent à cette variable, même si un léger pic se dessine à 30 mètres ; les résultats spécifiques ne montrent aucune différence significative entre *P. austriacus* et *P. macrobullaris*.

- Écotone : nature de la lisière arborée

La nature de la lisière arborée influence l'activité des chiroptères. L'activité globale est maximale à moins de 20 mètres d'une lisière de bois ou de haie (Fig. 7). Une lisière de bois est censée être un carrefour privilégié entre différentes guildes de chiroptères (spécialistes de sous-bois, de lisière, de milieu ouvert) et concentrer donc un cortège d'espèces maximale : ce ne semble pas être le cas ; c'est même le type d'écotone le moins riche avec 11 espèces, contre 17 pour la haie et le centre de prairie. Le temps d'écoute (7 h) et le nombre de stations (9) en lisière de bois sont cependant trois fois inférieurs à ceux des autres écotones, or la richesse spécifique est positivement corrélée à ces deux paramètres ; contrairement aux autres types d'écotones, l'asymptote n'est donc sans doute pas atteinte.

En lisière de bois seules deux espèces présentent une activité fortement dominante : *P. kuhlii* puis *P. pipistrellus*. En lisière de haie cinq espèces sont dominantes : les deux Pipistrelles (dans les quatre types d'écotones *P. kuhlii* donne au moins deux fois plus de contacts que *P. pipistrellus*), *M. bechsteinii*, *H. savii*, *Plecotus* spp. ; le niveau d'activité remarquable de *M. bechsteinii*, proche de celui de *P. pipistrellus*, relève pour 93 % d'une station en dessous d'Estenc (Haut-Var – CCCV) ; c'est donc un phénomène très ponctuel non généralisable.

L'arbre isolé et le centre de prairie sont très proches à tous points de vue (activité globale, richesse et cortège spécifiques). Les espèces dominantes près d'un arbre isolé (à plus de 20 mètres d'une lisière arborée linéaire) sont *M. nattereri*, *P. kuhlii*, *P. pipistrellus*, *Plecotus* spp. En centre de prairie *M. nattereri* est deux fois plus actif que *P. kuhlii*, arrivent ensuite en troisième position le genre *Plecotus* et *M. oxygnathus*, *P. pipistrellus* est très proche en quatrième position.

Ainsi, il s'avère qu'un arbre isolé n'offre que peu de différences qualitatives et quantitatives par rapport à la prairie qui l'entoure, même s'il semble plus attirer *M. nattereri* que *M. oxygnathus* (Fig. 8) ; ces tendances inverses entre ces deux espèces s'expliquent aisément par leur spécialisation respectives : *M. oxygnathus* est

surtout un chasseur glaneur de sauterelles (Arlettaz 1996) particulièrement abondantes sur la végétation herbacée et buissonnante, alors que *M. nattereri* est connu comme un spécialiste du glanage sur le feuillage forestier où il recherche toutes sortes d'arthropodes (Swift 1997) ; ainsi, même isolé, un arbre l'attire particulièrement. Mais l'activité maximale au cœur des prairies de fauche montre une spécialisation supplémentaire de *M. nattereri* sur l'herbe haute.

L'activité du genre *Plecotus* comparée entre écotones montre une préférence pour les lisières de haies. L'examen des abondances spécifiques pour les deux espèces les mieux représentées révèle que *P. austriacus* est deux fois plus contacté que *P. macrobullaris* en centre de prairie, alors qu'ils sont au même niveau en lisière de haie ; ces tendances mériteraient confirmation car elles s'appuient sur un faible nombre de contacts donnant peu de robustesse à une interprétation définitive.

• Couverture herbacée

Une couverture herbacée de moins de 25 % indique une station dans un angle fermé en lisière de bois ; l'activité globale et la richesse spécifique y semblent très faibles (Fig. 9) mais la pression d'écoute (1 h 30) est insuffisante sur ce type de station. A plus de 20 m d'une lisière de bois, ou près d'une lisière de haie séparant deux parcelles en herbe, la couverture est supérieure à 75 % : l'activité est assez faible mais la diversité est bonne. Le maximum d'activité globale est noté pour les couvertures entre 25 et 75 %, ce qui semble correspondre aux résultats de la figure 10 sur les écotones les plus fréquentés. La hauteur de l'herbe a été évaluée selon deux niveaux :

moyen et haut, correspondant respectivement à des hauteurs moyennes inférieures ou supérieures à 20 cm.

Les activités globales comparées en fonction de la hauteur de l'herbe ne donnent que très peu de différence : l'activité est partout influencée par les espèces de lisière (surtout *Pipistrellus* spp. et *H. savii*), et celles-ci ne semblent pas sélectionner leurs sites de chasse en fonction de la hauteur de la végétation herbacée.

Aussi les résultats ont-ils été exploités en répartissant les espèces en deux guildes : les espèces glanant leurs proies sur la végétation (*M. bechsteinii*, *M. emarginatus*, *M. nattereri*, *M. myotis*, *M. oxygnathus*, les trois espèces du genre *Plecotus*) et les chasseuses en poursuite. Les premières sont susceptibles d'être positivement influencées par une plus grande surface de végétation : la production en insectes phytophages et la surface à exploiter sont plus grandes. Les secondes capturent des proies volantes qui se déplacent parfois sur des distances de plusieurs centaines de mètres, et sont donc moins indicatrices de la productivité d'un micro habitat.

L'activité de la guildes des chasseuses en poursuite ne montrent pas de différence entre hauteurs d'herbe (Fig. 10). Par contre les glaneurs fréquentent très activement l'herbe haute et délaissent les hauteurs moyennes. Même *M. myotis* qui est un spécialiste du glanage de gros insectes (grillons, courtilières et carabes) sur sol dégagé (Arlettaz 1996) montre des abondances plus fortes en herbe haute ; il est possible qu'il recherche les zones où l'herbe est peu dense (pour une meilleure accessibilité au sol), qui sont toujours assez nombreuses dans ces prairies d'altitude.

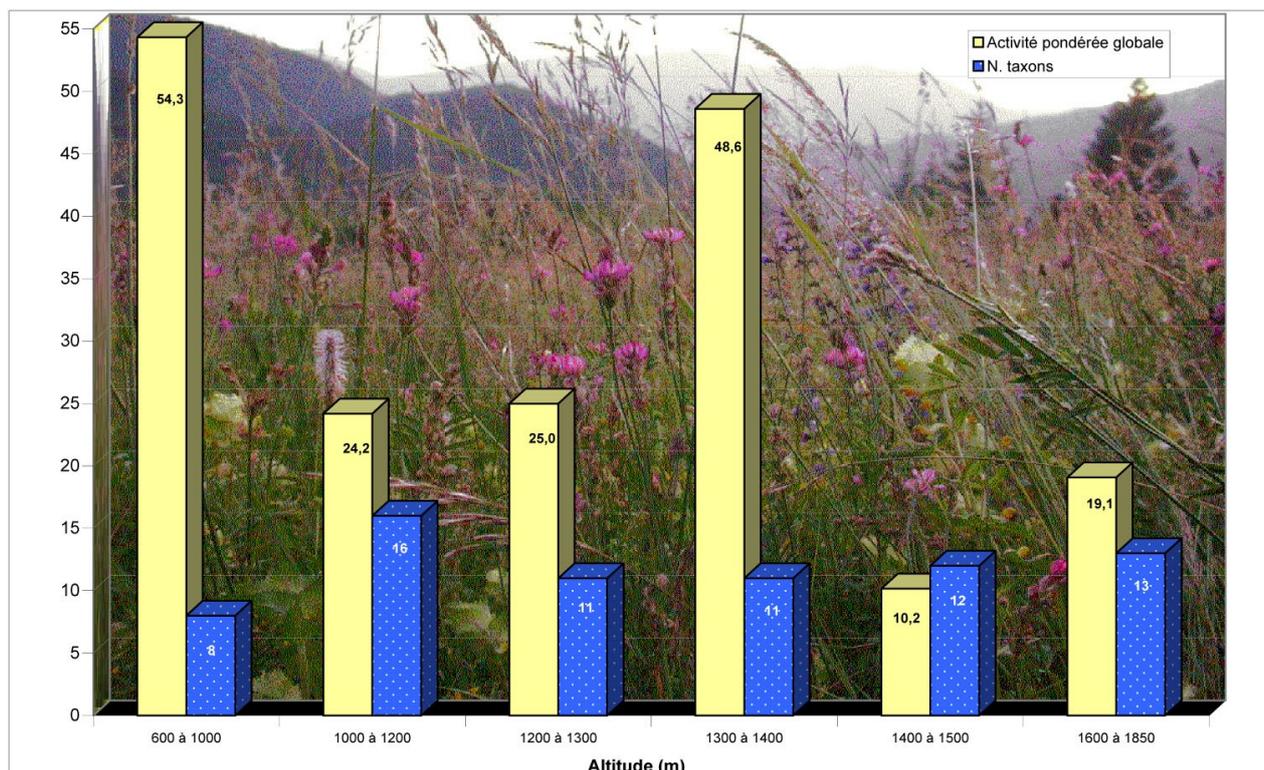


Figure 2 : activité pondérée toutes espèces confondues (sauf *T. teniotis* et *N. leisleri*) et richesse spécifique en fonction de l'altitude.

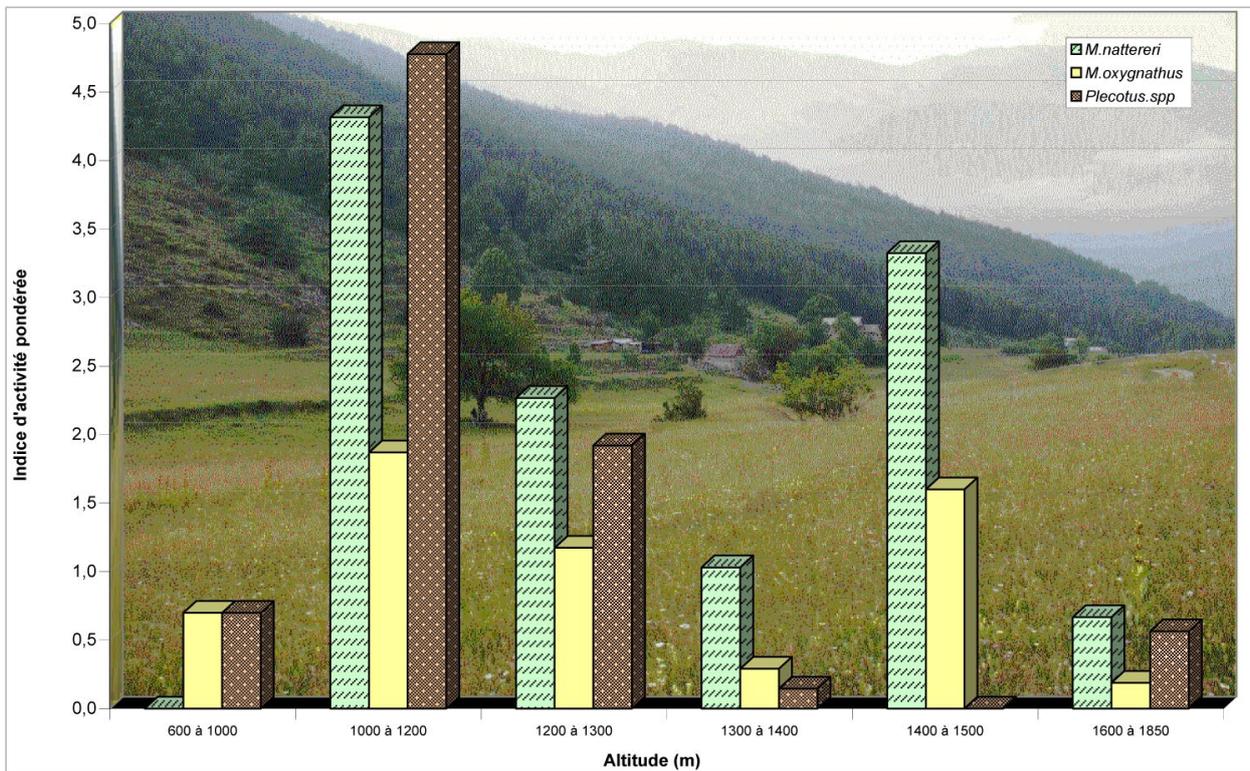


Figure 3 : activité pondérée pour trois taxons d'espèces glaneuses, en fonction de l'altitude.

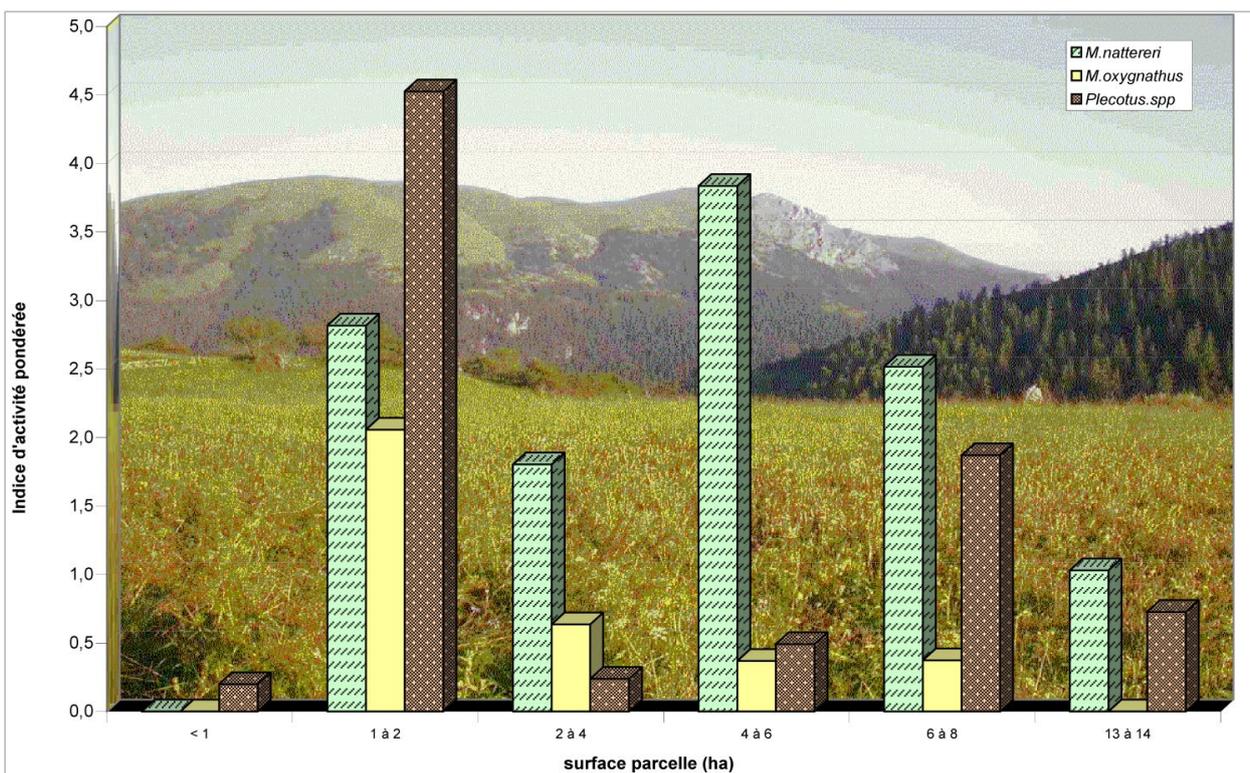


Figure 4 : activité pondérée pour trois taxons d'espèces glaneuses, en fonction de la surface (ha) des parcelles inventoriées.

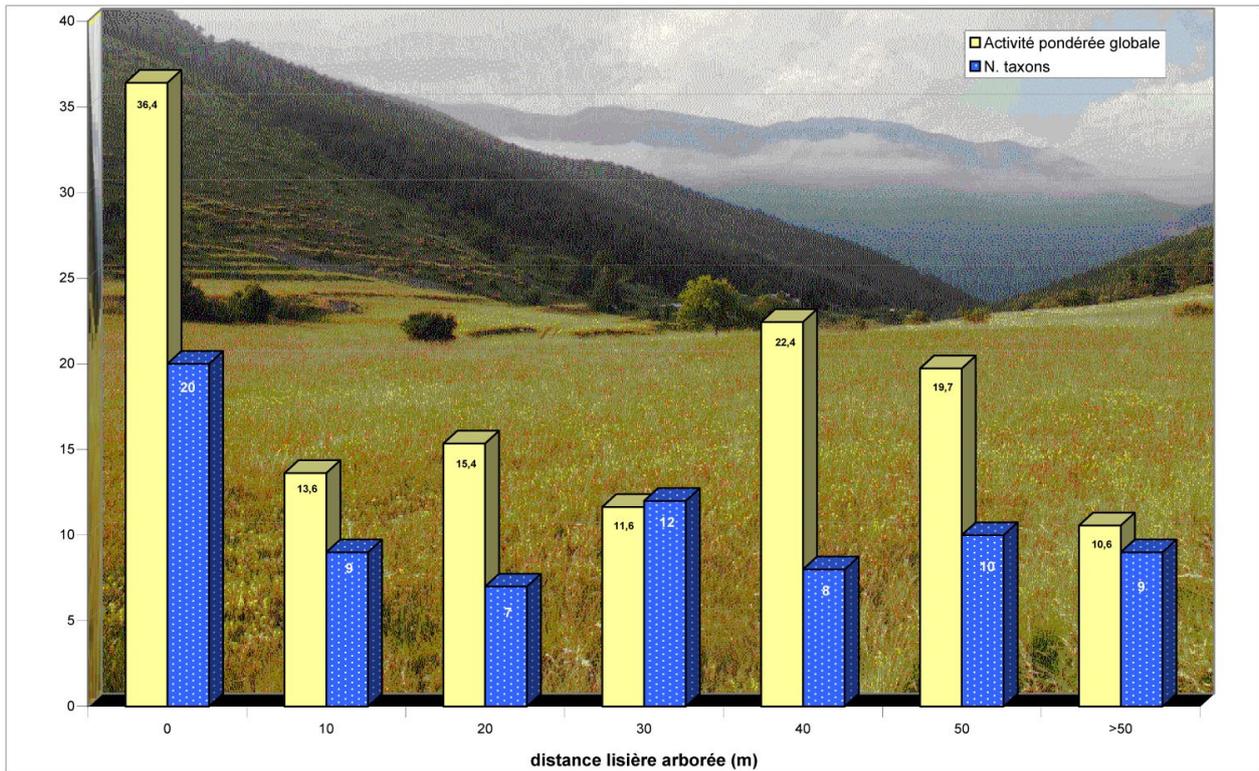


Figure 5 : activité pondérée toutes espèces confondues (sauf *T. teniotis* et *N. leisleri*) et richesse spécifique en fonction de la distance (en mètres) à une lisière arborée.

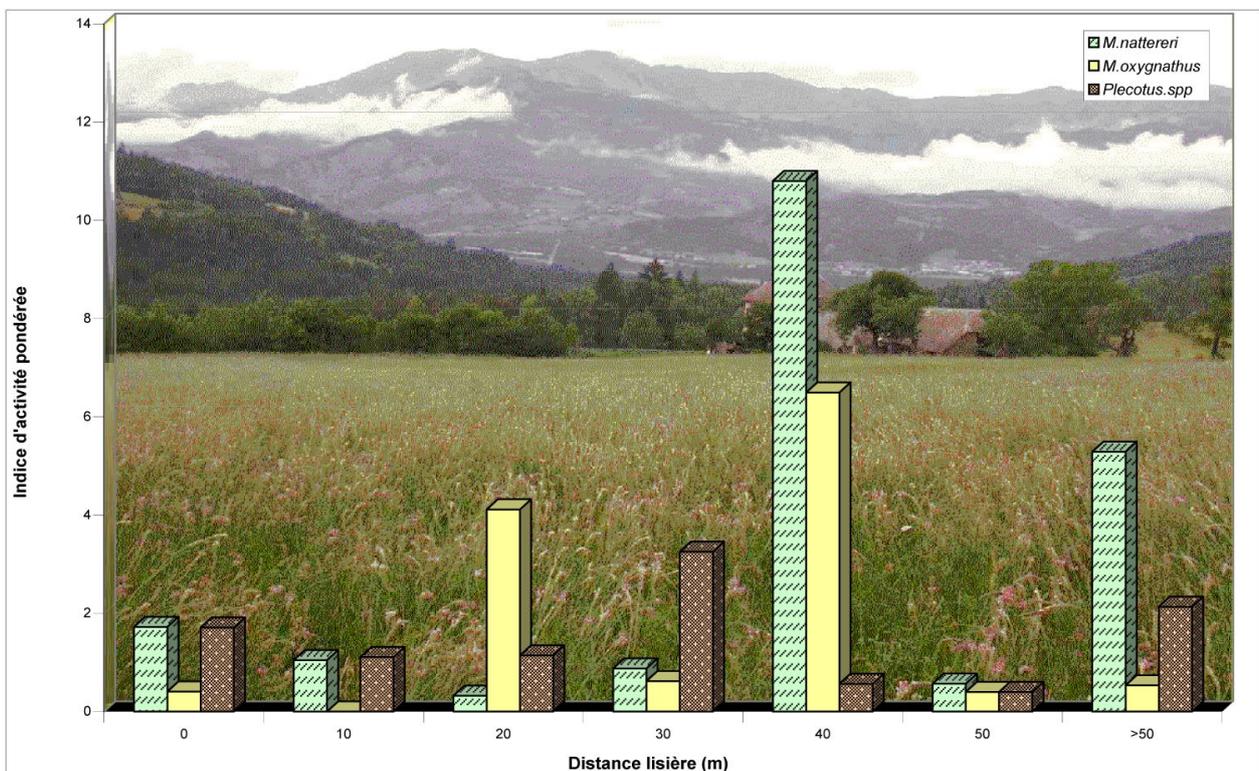


Figure 6 : activité pondérée pour trois taxons d'espèces glaneuses, en fonction de la distance (en mètres) à une lisière arborée.

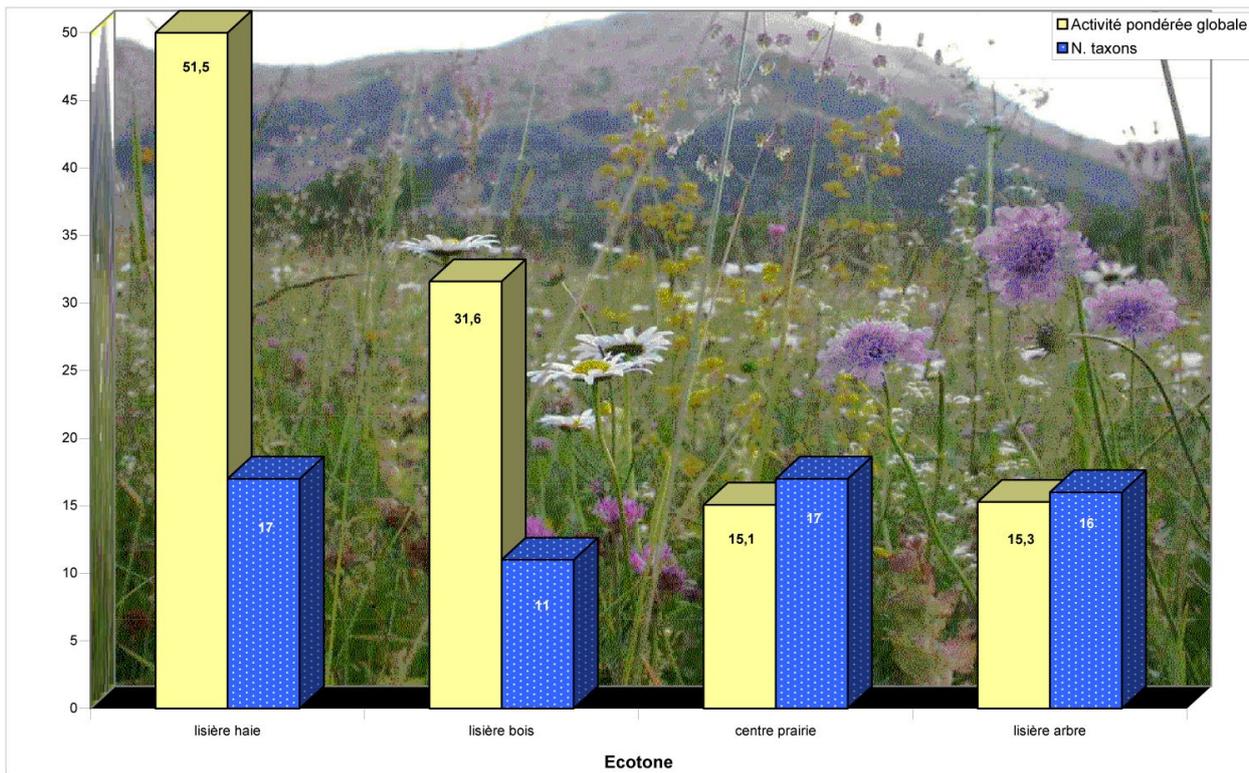


Figure 7 : activité pondérée toutes espèces confondues (sauf *T. teniotis* et *N. leisleri*) et richesse spécifique en fonction de la nature des lisières arborées (classées de gauche à droite du milieu le plus fermé au milieu le plus ouvert).

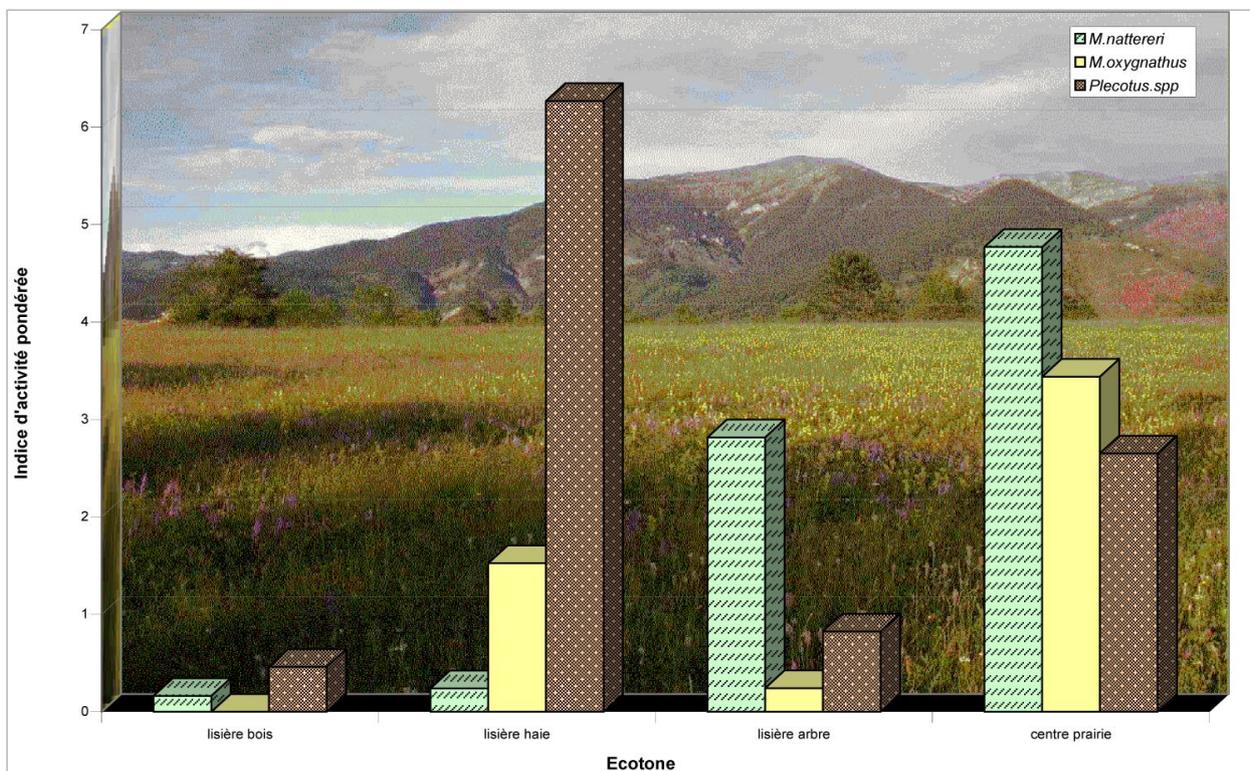


Figure 8 : activité pondérée pour trois taxons d'espèces glaneuses, en fonction de la nature de la lisière arborée.

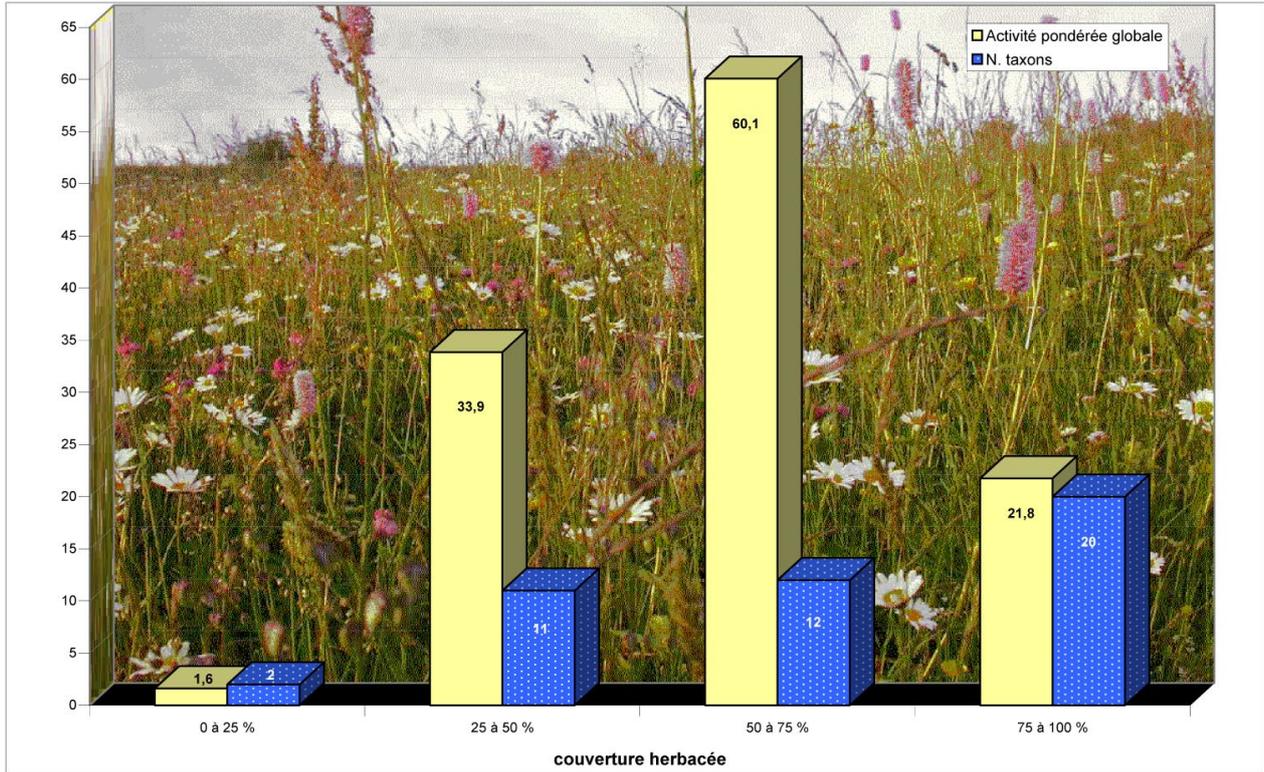


Figure 9 : activité pondérée toutes espèces confondues (sauf *T. teniotis* et *N. leisleri*) et richesse spécifique en fonction de la couverture herbacée.

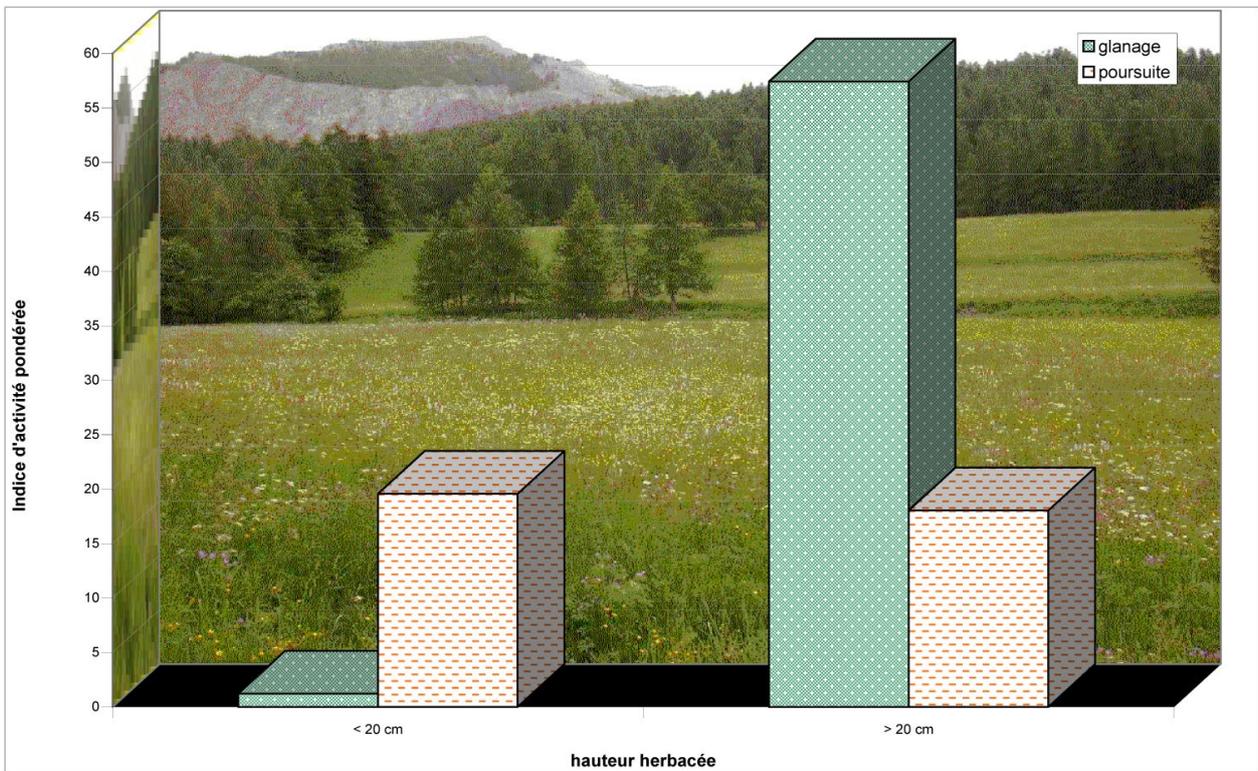


Figure 10 : activité pondérée des espèces glaneuses versus chasseuses en poursuite, en fonction de la hauteur de la végétation herbacée.

CONCLUSION

L'intérêt des prairies de fauche pour les chiroptères en chasse n'avait pas encore, à notre connaissance, été testé de manière standardisée. Les abondances d'activité sont, dans le Mercantour, moitié moindres que celles relevées en forêt de mélèze à des altitudes pourtant plus élevées, mais ces milieux herbacés subnaturels (non retournés, non amendés) s'avèrent très attractifs pour certaines espèces de lisière ou une guilda restreinte d'espèces glaneuses, et recèlent une richesse spécifique (23 espèces) supérieure à celle des forêts d'altitude.

L'activité constatée dans ces milieux s'avère surprenante pour quelques espèces considérées comme spécialistes des sous-bois bien structurés, *M. nattereri* notamment. Ce dernier est reconnu comme un glaneur du feuillage arboré (Swift 1997) ; l'herbe haute d'une prairie de fauche est sans doute le milieu le plus dense possible pour un glaneur, et repérer des proies statiques dans un tel contexte requiert soit de l'écoute passive (des chants de sauterelles par exemple) soit un sonar très performant en résolution angulaire tel que *M. nattereri* semble en être doté (Siemers & Schnitzler 2000).

Il semble ainsi que les prairies hautes produisent une biomasse d'insectes suffisamment attirante pour compenser les réflexes innés de protection contre la prédation en milieu ouvert et amener certains spécialistes forestiers à « sortir du bois ».

Ce milieu est l'habitat de chasse quasi exclusif de *M. oxygnathus*, espèce s'étant différenciée dans les steppes asiatiques durant la dernière glaciation (Arletta 1995). La conservation d'un minimum de surface en prairie haute est donc indispensable à la survie des

populations de cette espèce, qui est peu tolérante à la baisse de qualité de son habitat optimal (Rey 2004).

Un effort particulier de recherche sur ces habitats est donc justifié par l'intérêt de ces premiers résultats qui méritent d'être renforcés en temps d'écoute et étendus à des milieux de plaine.

Le stade de la fauche est un événement clé dans la phénologie de la biomasse des insectes prairiaux et de leurs prédateurs associés (Barataud 2005). Il serait donc très intéressant à l'avenir de sélectionner quelques prairies qui feraient l'objet d'un suivi acoustique sur une période d'au moins huit nuits complètes (quatre jours avant et quatre jours après la fauche) grâce à des enregistreurs automatiques placés en lisière et en centre de parcelle.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée à l'initiative du Parc National du Mercantour et de la Communauté de Communes du Cians-Var, soutenus financièrement par des crédits de l'Union Européenne (Natura 2000).

Il nous est très agréable de citer les personnes ayant accompagné certains relevés de terrain :

- PN Mercantour : François Breton (agent Ubaye) ; Hervé Brosius, Xavier Bonnet, Alexandre Terreau (agents Hte-Tinée) ; Thomas Lebard (technicien Roya) ; Benjamin Poudou (ouvrier saisonnier Roya).
- Communauté de Communes Cians-Var : Marie Godgenger (chargée de mission N2000).
- Réserve Nationale de Camargue : Marine Pascal (chargée de mission).
- Groupe Chiroptères de Provence : Géraldine Kapfer (chargée d'études chiroptères).
- LPO PACA : Alexandre Lautier (stagiaire Master 2).

BIBLIOGRAPHIE

- AHLEN I. & J. BAAGØE 1999.** - Use of ultrasounds detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica*, 1(2): 137-150.
- ARLETTAZ R. 1995.** - *Ecology of the sibling Mouse-eared bats (Myotis myotis and Myotis blythii): Zoogeography, niche, competition and foraging.* PhD thesis, Université de Lausanne. 224 pp.
- ARLETTAZ R. 1996.** - Feeding behaviour and foraging strategy of free-living mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Animal Behaviour* 51: 1-11.
- BARATAUD J. 2005.** - *Orthoptères et milieux littoraux. Influence de la gestion des habitats herbacés et enjeux pour la biodiversité.* Rapport de stage BTS GEN. 86 pp.
- BARATAUD M. 1996.** - *Ballades dans l'inaudible. Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France.* Double CD + livret. 51 pp. Éd. Sittelle, Mens.
- BARATAUD M. 2002.** - *Méthode d'identification acoustique des chiroptères de France.* Mise à jour 2002. CD + livret 14 pp. Ed. Sittelle, Mens.
- BARATAUD M. 2004.** - Fréquentation des paysages de montagne sub-alpine par des chiroptères en activité de chasse. *Le Rhinolophe* 17 : 11-22.
- BARATAUD M. 2012.** - *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse.* Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 pp.
- BARATAUD M., A. DURANEL, F. GRANDEMANGE & A. LUGON 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.
- BARATAUD M., D. DEMONTOUX, P. FAVRE S. GIOSSA & J. GRANDADAM. 2013.** - Bio évaluation des peuplements de mélèze commun (*Larix decidua*) dans le Parc National du Mercantour, par l'étude des chiroptères en

activité de chasse. *Le Rhinolophe* 19 : 59 - 86.

BARTONICKA T. & J. ZUKAL 2003. - Flight activity and habitat use of four bat species in a small town revealed by bat detectors. *Folia Zoologica* 52: 155-166.

BAS E. & E. BAS 2011. - *Chiroptères et naturalité des peuplements forestiers. Les chauves-souris pour inspirer un plan de restauration des forêts.* Rapport non publié. 50 pp.

BOONMAN M. 1996. - Monitoring bats on their hunting grounds. *Myotis* 34: 17-25.

DE JONG J. 1995. - Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriologica* 40 (3): 237-248.

GORRESEN P.M., A.C. MILES, C.M. TODD, F.J. BONACCORSO & T.J. WELLER 2008. - Assessing bat detectability and occupancy with multiple automated echolocation detectors. *Journal of Mammalogy* 89 (1):11-17.

GÜTTINGER R., J. LUSTENBERGER, A. BECK & U. WEBER 1998. - Traditionally cultivated wetland meadows as foraging habitats of the grass-gleaning lesser mouse-eared bat (*Myotis blythii*). *Myotis* 36: 41-49.

HAQUART A. 2013. - *Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française.* Biotope, École Pratique des Hautes Études, 99 pp.

HAYES J.P. 1997. - Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy* 78 (2): 514-524.

JUSTE J., C. IBAÑEZ, J. MUÑOZ, D. TRUJILLO, P. BENDA, A. KARATAS & M. RUEDI 2004. - Mitochondrial phylogeography of the long-eared bats (*Plecotus*) in the Mediterranean Palaearctic and Atlantic Islands. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31: 1114-1126.

KUSH J. & S. IDELBERGER 2006. - Spatial and temporal variability of bat foraging in a western European low mountain range forest. *Mammalia* 69 (1): 21-33.

LUČAN R.K., M. ANDREAS, P. BENDA, T. BARTONIČKA, T. BŘEZINOV, A. HOFFMANNOV, Š. HULOVA, P. HULVA, J. NECKAŘOVA, A. REITER, T. SVAČINA, M. ŠALEK & I. HORAČEK 2009. - Alcathe bat (*Myotis alcathe*) in the Czech Republic: distributional status, roosting and feeding ecology. *Acta Chiropterologica* 11(1): 61-69.

MACKENZIE D.I., J.D. NICHOLS, B.B. LACHMAN, S. DROEGE, J.A. ROYLE & C.A. LANGTIMM 2002. - Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83(8): 2248-2255.

MOESCHLER P. & J.D. BLANT 1990. - Recherches appliquées à la protection des chiroptères. 3) Bio-évaluation de structures paysagères à l'aide de chauves-souris en activité de chasse. *Le Rhinolophe* 7 : 19-28.

MOTTE G. 2011. - Étude comparée de l'écologie de deux espèces jumelles de Chiroptères (Mammalia : Chiroptera) en Belgique : l'oreillard roux (*Plecotus auritus*) (Linnaeus, 1758) et l'oreillard gris (*Plecotus austriacus*) (Fischer, 1829). *Thèse de doctorat*, Université de Liège. 123 pp.

REY E. 2004. - *How modern agriculture reduces the overall ecological space: comparison of mouse-eared bats' niche breadth in intensively vs. extensively cultivated areas.* *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797), *Myotis blythii* (Tomes, 1857). Master thesis 61 pp.

SIEMERS B.M. & H.U. SCHNITZLER 2000. - Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals with very broad bandwidth. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 47: 400-412.

SWIFT S.M. 1997. - Roosting and foraging behaviour of Natterer's bats (*Myotis nattereri*) close to the northern border of their distribution. *Journal of Zoology, London* 242: 375-384.

VAUGHAN N., G. JONES & S. HARRIS 1997. - Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of broad-band acoustic method. *Journal of applied Ecology* 34: 716-730.

WALSH A.L. & B.A. MAYLE 1991. - Bat activity in different habitats in a mixed lowland woodland. *Myotis* 29: 97-104.