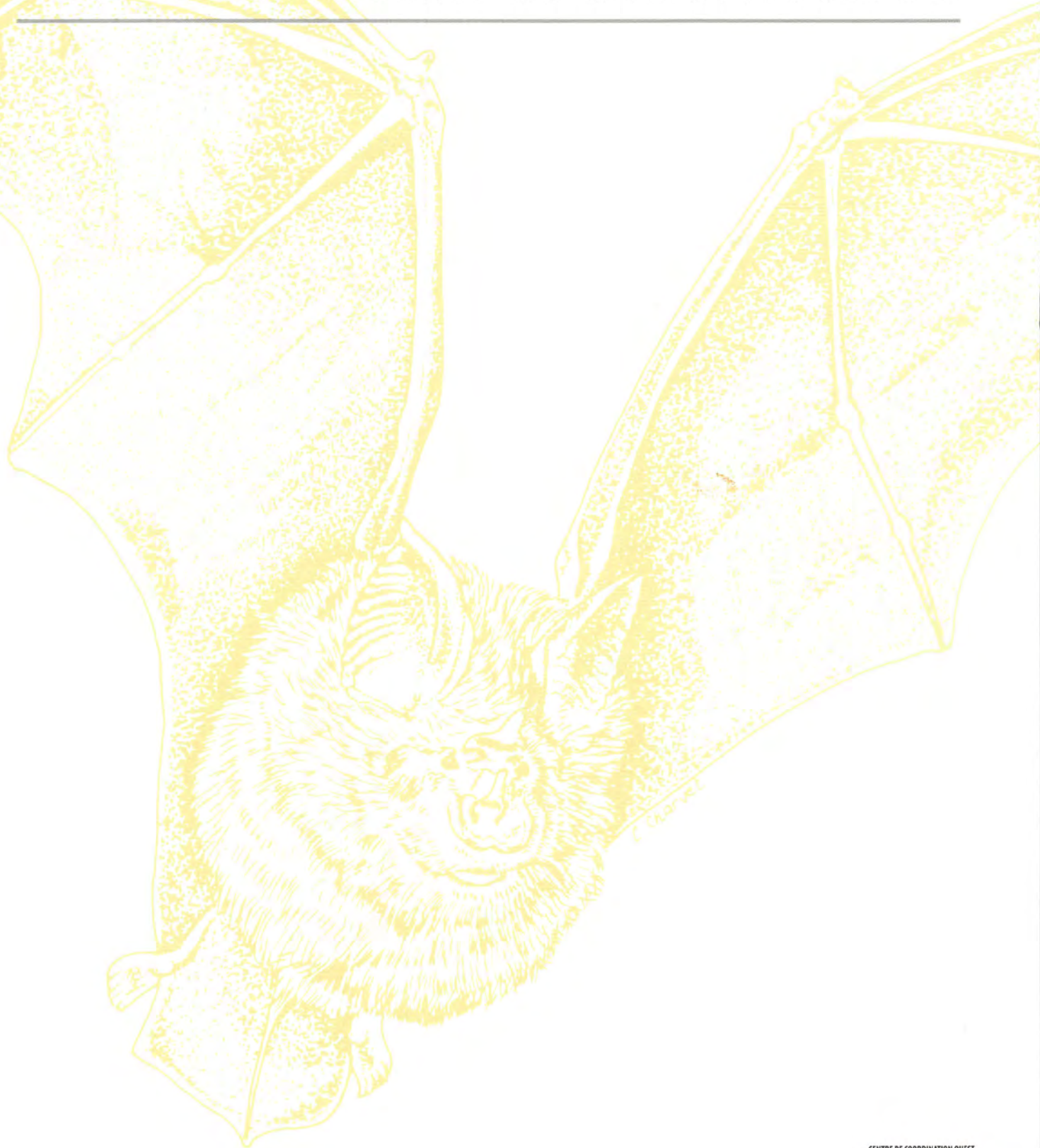


# LE RHINOLOPHE

REVUE INTERNATIONALE DE CHIROPTEROLOGIE



N° 18 • 2010

MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE - VILLE DE GENEVE



# LE RHINOLOPHE

Revue internationale de chiroptérologie

No 18 · 2010

Publication éditée par  
le Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève  
et  
le Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (Suisse)

## Rédaction

Corinne CHARVET  
Chris LEON  
Pascal MOESCHLER

## Impression - assemblage

Bernard CEROTTI

## Couverture

Cédric MARENDAZ  
Gilbert E. HUGUET

Prix du numéro: SFr. 30.–, 21.– Euros (+ frais de port)

Toute correspondance ou demande d'abonnement est à adresser à:

Le Rhinolophe  
Muséum d'histoire naturelle  
Route de Malagnou - C.P. 6434  
CH - 1211 GENEVE 6 (Suisse)  
Tél. (41-22) 418.64.36 - Fax (41-22) 418.63.01  
corinne.charvet@mhn.ville-ge.ch

## Sommaire

CIECHANOWSKI, M. & T. JARZEMBOWSKI - Dynamics of social organization and phenology of Nathusius' pipistrelle <i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling and Blasius, 1839) (Chiroptera : Vespertilionidae) occupying bird and bat boxes – interseasonal approach .....	1-6
PRIÉ, V., R. KIRSCH & J.-M. BICHAIN - Les chauves-souris (Mammalia, Chiroptera) du Gouffre de Padirac (Lot, France): Richesse spécifique et utilisation des profondeurs .....	7-16
GERLACH, J. - Vocalisations of the Seychelles sheath-tailed bat <i>Coleura seychellensis</i> .....	17-24
GERLACH, J. - Social vocalisations in the Seychelles sheath-tailed bat <i>Coleura seychellensis</i> .....	25-30
GREEN, R. A. & N. J. RIDDIFORD - A new species of bat ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> ) confirmed for Mallorca .....	31-36
FORGET, F. & B. VANDENDRIESSCHE - First observations of the partly-coloured bat, <i>Vespertilio murinus</i> Linné, 1758, in the southern part of Belgium. Review of its status in Belgium and neighbouring countries .....	37-41
BOIREAU, J. - Problèmes posés par l'effraie des clochers <i>Tyto alba</i> dans cinq colonies de reproduction de grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774) en Bretagne occidentale .....	43-49
BLANT, M., B. ERNE & T. BOHNESTENGEL - Découverte d'une colonie de reproduction de murin à oreilles échancrées ( <i>Myotis emarginatus</i> Geoffroy, 1806) dans la chaîne jurassienne suisse et réflexion quant à son statut .....	51-57
ARIAGNO, D. & G. HYTTE - Etat des populations de chiroptères dans le département du Rhône: 20 années de suivi .....	59-74
SIERRO, A., A. LUGON & R. ARLETTAZ - La colonie de grands rhinolophes <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> de l'église St-Sylve à Vex (Valais, Suisse): évolution sur deux décennies (1986-2006).....	75-82
BARATAUD, M., F. GRANDEMANGE, A. DURANEL & A. LUGON - Etude d'une colonie de mise bas de <i>Myotis bechsteinii</i> Kuhl, 1817 – Sélection des gîtes et des habitats de chasse, régime alimentaire et implications dans la gestion de l'habitat forestier .....	83-112
MOESCHLER, P., S. ROUÉ & K. ZBINDEN - Protection des colonies de minioptères (chauves-souris) par fermeture des grottes: une démarche inadéquate? .....	113-128

## **Dynamics of social organization and phenology of Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius, 1839) (Chiroptera: Vespertilionidae) occupying bird and bat boxes – interseasonal approach**

Mateusz Ciechanowski<sup>1</sup> & Tomasz Jarzembowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Vertebrate Ecology and Zoology, University of Gdańsk, al. Legionów 9, 80-441 Gdańsk, Poland. E-mail: matciech@kki.net.pl,

<sup>2</sup> Department of Microbiology, Medical University of Gdańsk, ul. Do Studzienki 38, 80-227 Gdańsk. E-mail: doktj@univ.gda.pl

**Abstract.** Changes in numbers and social structure of *Pipistrellus nathusii* inhabiting boxes were studied in two areas of the Polish Baltic Sea Coast. The timing of the peak of bat number (connected with migration and mating period) changed from the 5<sup>th</sup> pentad of August to the 5<sup>th</sup> pentad of July between 1995 and 1999. In early spring solitary individuals and transitional groups of 3-14 females dominated, in June solitary males (no nurseries were found), and from July to September – sexually active males with harems of 1-9 females. We recorded eight cases of sharing the same box by two or three adult males, which could be attributed to much weaker territoriality in the beginning and the end of mating period.

**Key words:** bats, migration, mating, northern Poland.

### **INTRODUCTION**

The Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* is a common, forest bat species in northern Poland, frequently occupying bird and bat boxes (KOWALSKI & LESIŃSKI, 1994; JARZEMBOWSKI *et al.*, 1998) and performing regular, long-distance migrations (STRELKOV, 1969; LINA, 1990; PETERSONS, 1990; JARZEMBOWSKI, 2003a). Its mating system is characterised by polygyny with territorial males and accompanying harems of females (GERELL-LUNDBERG & GERELL, 1994; CIECHANOWSKI & JARZEMBOWSKI, 2004). The phenology of roost occupation and social organisation of this species are poorly studied. Most of the previous papers gave only a limited picture of *P. nathusii* migration and social organization dynamics, often with little attention paid on long-term or site-related variation in phenology (HEISE, 1982; PETERSONS, 1990; RACHWALD, 1992), although such variation could be expected, as even particular populations in Baltic Sea Coast seem to migrate in different directions (JARZEMBOWSKI *et al.*, 2004). The only publications comparing species' phenology in different locations, are that of BASTIAN (1998) and BARRE & BACH (2004).

The aim of this study is to describe the social organization and long-term changes in phenology of occupation of bird and bat boxes by *P. nathusii* in two forest complexes on the Polish Baltic Sea coast. Details regarding changes

in number and size of harems in the same study sites were published earlier in the separate paper (CIECHANOWSKI & JARZEMBOWSKI, 2004).

### **STUDY AREA**

#### **1. Vistula Spit**

- a) Przebrno (54° 23' N, 19° 23' E). The study area was located about 1.2 km from Baltic Sea coast. The following forest types could be distinguished in this area: coniferous forest (about 60 years old) with 50-90 % dominance of pine *Pinus sylvestris*, some spruce *Picea abies* and birch *Betula* sp., pine plantation (about 40 years old) and beech *Fagus sylvatica* forest (about 140 years old) (JARZEMBOWSKI *et al.*, 1998).
- b) Sobieszewo Island in Gdańsk (54° 20' N, 18° 47' E). There were two study plots, located about 1 km from the Baltic Sea coast, and 2.8 km from each other: Górki Wschodnie, the border of the "Ptasi Raj" nature reserve (suboceanic pine forest *Leucobryo-Pinetum* and alder *Alnus glutinosa* plantation – BULIŃSKI, 1996) and Sobieszewo (pine plantation).

#### **2. Darżłubska Forest**

Mała Piaśnica (54° 40' N, 18° 13' E). The study area was located about 17 km from the Baltic Sea coast. Suboceanic pine forest *Leucobryo-Pinetum* (about 80 years old), with absolute domination of pine.

## MATERIAL AND METHODS

On the Vistula Spit 90 bat boxes of the modified Stratmann type were hung up in 1994 (30 boxes per study plot). Additionally we found 80 bird nest boxes (type A sensu KASPRZYK & RUCZYŃSKI, 2001) there – 30 in Przebrno and Sobieszewo, 20 in Górkki Wschodnie. All boxes were controlled once per pentad between May and September during 1995-1998 (every month was divided into 6 pentads, the last one (VI) lasted from the 25<sup>th</sup> day to the end of month). In years 1996-1998 boxes were not checked up in nursing period (IV pentad of June – III pentad of July).

In the Darżłubska Forest, 34 bat boxes of the modified Stratmann type were hung up on 30.04.1998. They were controlled every 10 days in July-September. In 1999 boxes were checked in May-September (May-June – every two weeks, July-September – every 10 days).

Bats captured in boxes (according to the licenses of the Ministry of Environmental Protection) were sexed and aged; sexual activity of males was determined by presence of enlarged testes (RACHWALD, 1992; GERELL-LUNDBERG & GERELL, 1994) and buccal glands, used to scent marking of mating territories (SCHOBER & GRIMMBERGER, 1997). On the Vistula Spit *Nathusius'* pipistrelles were ringed with metal bat bands of the Hague Nature Museum. In the Darżłubska Forest, bats were marked with black alcohol marker on the fur of the dorsal side, in order to avoid erroneous repeated recording of the same bat during one control, but it did not give any recapture data.

In order to check if any trend appears in variation of species' phenology, Pearson's correlation was tested between the number of year and the number of day with summer peak of bat population.

## RESULTS

The first bats were found in boxes in pentad I-III of May. In some seasons we observed the spring peak in bats' number, associated with numerous appearance of females, later leaving boxes in pentad IV-V of May. In June, the number of bats was rather stable; it started to increase in July, when females appeared in boxes again. In 1998 the summer peak of bat numbers occurred in the same period on the Vistula Spit and the Darżłubska Forest (Fig. 1b); we assumed that population dynamics in both localities was synchronised, so data from them were analysed together. The period of the summer peak of bat numbers changed between 1995 and 1999 from pentad V of August to pentad V of July (Fig. 1); the trend was nearly significant ( $y = 2803.8 - 1.4 x$ ,  $r = -0.87$ ,  $p = 0.056$ ). The last bats (males) were found in boxes in pentad VI of August (Darżłubska Forest) or pentad III-V of September (Vistula Spit).

The sexual structure of *P. nathusii* aggregations changed during a season. In May, solitary males ( $n = 95$  records), solitary females ( $n = 29$ ) and (in Vistula Spit) transitional groups of females (range: 3-14 individuals,  $n = 4$ ) occurred. In June, only solitary males were present in the controlled boxes; they became sexually active in the beginning of July. Harems of females (median: 2 individuals, range: 1-10,  $n = 91$ ) joined them between decade I of July and decade III of September. Part of territorial males remained solitary during the whole mating period. Nine times we recorded the presence of two or three adult males in one box. Four times two sexually active males were found in one roost; they shared box with adult females in one case (Tab. 1).

Table 1: Occurrence of two or more males of *Nathusius'* pipistrelles in one and the same roost. Abbreviations: ad. – adult, juv. – juvenile, act. – sexually active, ind. – unsexed or unaged individuals.

No.	date	pentad	area	structure of a group occupying a particular box
1	25.08.1995	V August	Vistula Spit	2 ♂♂ ad. (1 act.) + 2 ♀♀ ad.
2	25.08.1995	V August	Vistula Spit	2 ♂♂ ad. (1 act.) + 2 ♀♀ ad.
3	12.06.1996	III June	Vistula Spit	2 ♂♂ ad.
4	20.08.1997	IV August	Vistula Spit	3 ♂♂ ad. + 2 ♂♂ juv. + 1 ♀ + 4 ind.
5	10.07.1998	II July	Darżłubska Forest	2 ♂♂ ad. act. + 2 ♀♀ ad.
6	30.08.1998	VI August	Vistula Spit	2 ♂♂ ad. act.
7	09.06.1999	II June	Darżłubska Forest	2 ♂♂ ad.
8	07.07.1999	II July	Darżłubska Forest	2 ♂♂ ad. act.
9	09.08.1999	II August	Darżłubska Forest	1 ♂ ad. + 1 ♀ juv.
10	17.08.2000	IV August	Vistula Spit	3 ♂♂ ad. (2 act.) + 1 ♀ ad. <i>N. noctula</i>

## DISCUSSION

The phenology of box occupation by *P. nathusii* in the first part of the study period (till 1997) was similar to that described from the Vistula Spit by RACHWALD (1992). However, we found a distinct change in the period when the summer peak of bat number occurred (about a month earlier in 1999). We do not know if it is a constant trend or a fluctuation, and we did not verify any possible explanations for that. However, we suggest that it could be a result of the climate variation (milder winter, and earlier beginning of the vegetation period). A significant contribution of transitional female groups to the spring peak of bat number shows that this peak could be connected with seasonal migration. Such a transitional group (5 females) was recorded earlier in *P. nathusii* only once (RACHWALD, 1992). The absence of females in boxes during June suggests that they join nurseries. We did not find any nurseries during the study period, although they were found in bird boxes on Vistula Spit on 10.07.1993 (T. Jarzembowski, unpubl. data). Our study area is located inside of the nursing area of *P. nathusii*, as defined by STRELKOV (2000). The summer peak of Nathusius' pipistrelle number on the Vistula Spit is associated both with the mating period, but also with the peak of the 'autumn' migration, as proven by detector-based counts of bat passes (JARZEMBOWSKI, 2003a) and social calls (JARZEMBOWSKI, 2003b).

The size of harems was similar to that recorded by GERELL-LUNDBERG & GERELL (1994) in Sweden (1-9 females), and by HEISE (1982) in eastern Germany (1-11 females). However, harems recorded in 1985-1986 on Vistula Spit by RACHWALD (1992) were distinctly smaller (1-5 females). This could be a result of lower quality of mating roosts in the earlier study (only old bird boxes), however differences in habitat quality could not be excluded. FURMANKIEWICZ & SZKUDLAREK (2001) found higher density of *P. nathusii* male territories in densely afforested park, than in sparsely afforested one; they suggested an abundance of food resources as a possible reason for that difference. The study of RACHWALD (1992) was conducted in 1986-1987, so the age and structure of tree stands on Vistula Spit could significantly change since that time.

Both GERELL-LUNDBERG & GERELL (1994) and RACHWALD (1992) stated that adult males cannot share the same roost in the mating period, because of their strong territoriality. They found only juvenile males joining the harems of females and/or the territorial males. HEISE (1982) described three cases when two males occurred in one box with harems of 6-8 females, however he did not give any data about their age nor breeding status. He suggested that high number of females in harems could reduce the aggressiveness of males sharing the same shelter. Our record of only two females in a box with two adult and sexually active males does not agree with

this explanation. All 'pairs' of sexually active males were found in the beginning or in the end of mating season; we conclude that male territoriality is much weaker in that period. Groups of adult males during the mating season were described by GERELL-LUNDBERG & GERELL (1994) in *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) (in fact, the frequency of echolocation calls on sonograms given in that paper shows that it was *P. pygmaeus* [Leach, 1825]). Non-active and juvenile males are probably not aggressive and could utilize the same boxes or join the territorial males and their harems.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author cordially thank all who have contributed to this study, especially Prof. Lech Stempniewicz (University of Gdańsk) and Prof. Bronisław W. Wołoszyn (Polish Academy of Sciences) for enabling the realisation of this project, mgr inż. Janusz Mikoś (Forest District of Wejherowo) for buying bat boxes to be located in Darżłubska Forest and Dr Magdalena Remisiewicz (University of Gdańsk) for revising the English. The study on Vistula Spit was financed by State Committee for Scientific Research, grant No. 6PO46012.

## REFERENCES

- BARRE, D. & L. BACH. 2004. Saisonale Wanderungen der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine euraweite Befragung zur Diskussion gestellt. *Nyctalus (N.F.)* 9 (3): 203-214.
- BASTIAN, H. V. 1988. Vorkommen und Zug der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii* Keyserling und Blasius, 1839) in Baden-Württemberg. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 53: 202-209.
- BULIŃSKI, M. 1996. Roślinność rzeczywista. In: PRZEWOŹNIAK, M. (ed.). Monografia rezerwatu „Ptasi Raj” Vol. 1. Wydawnictwo Gdańskie, Gdańsk: 200-209.
- CIECHANOWSKI, M. & T. JARZEMBOWSKI. 2004. The size and number of harems in a polygynous bat *Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius, 1839) (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mammalian Biology* 69: 277-280.
- FURMANKIEWICZ, J. & R. SZKUDLAREK. 2001. The mating roosts of Nathusius' pipistrelle males *Pipistrellus nathusii* (Keyserling et Blasius, 1839) in Wrocław (SW Poland). In: WOŁOSZYN, B.W. (ed.). Distribution, Ecology, Paleontology and Systematics of Bats. *Proceedings of the VIIIth EBRS*. Chiropterological Information Center, Institute of Systematics and Evolution of Animals PAS, Kraków, vol. II: 47-57.
- GERELL-LUNDBERG, K. & R. GERELL. 1994. The mating behaviour of the Pipistrelle and the Nathusius' Pipistrelle (Chiroptera) – a comparison. *Folia Zoologica* 43 (4): 315-324.
- HEISE, G. 1982. Zu Vorkommen, Biologie und Ökologie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in der Umgebung von Prenzlau (Uckermark), Bezirk Neubrandenburg. *Nyctalus (N.F.)* 1: 281-300.

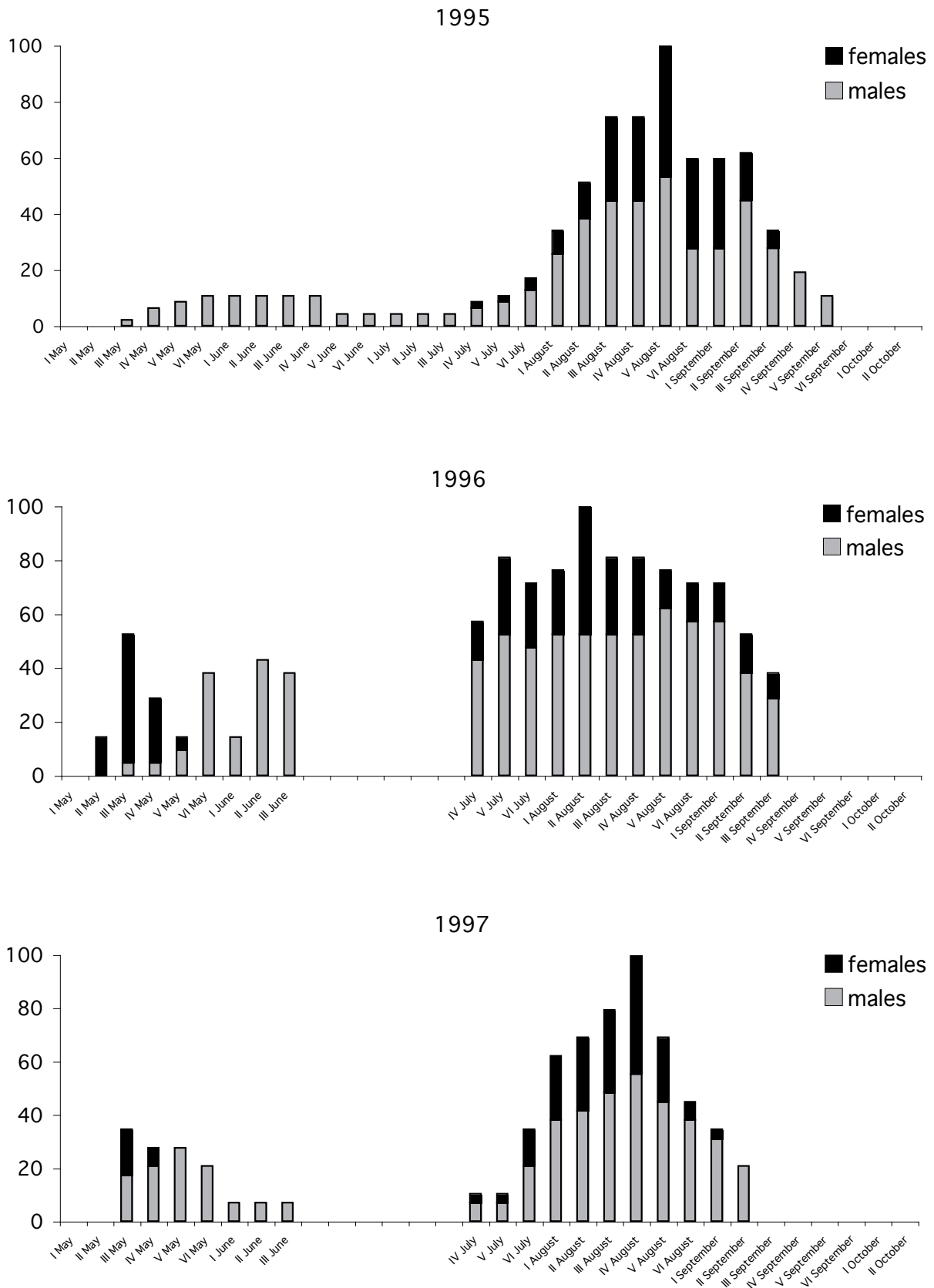


Fig. 1: Dynamics of number and sexual structure of Nathusius' pipistrelles occupying boxes : a) on the Vistula Spit in 1995 – 1997, b) on the Vistula Spit and the Darżłubska Forest in 1998 – 1999. x axis – pentad of the month, y axis - % of the maximum number of bats in season.

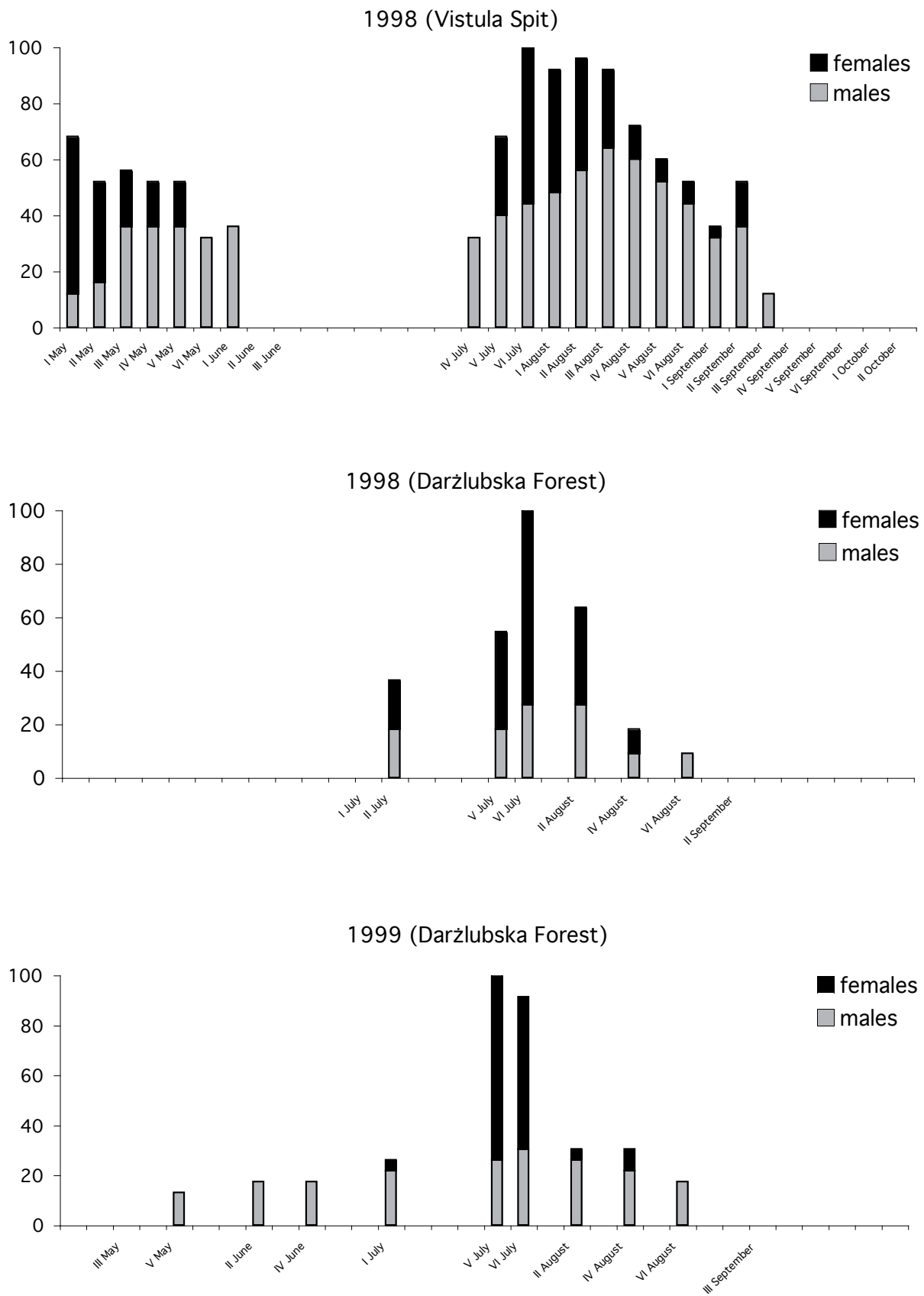


Fig. 1 b



- JARZEMBOWSKI, T. 2003a. Migration of the Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* (Vespertilionidae) along the Vistula Split. *Acta Theriologica* 48: 301-308.
- JARZEMBOWSKI, T. 2003b. Aktywność socjalna i żerowiskowa karlika większego *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) w okresie wędrówek sezonowych na Mierzei Wiślanej. *Nietoperze* 4 (2): 117-128.
- JARZEMBOWSKI, T., Ł. NAUMIUK & M. CIECHANOWSKI. 2004. Control region variability of the mitochondrial DNA of *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera, Vespertilionidae): First results of a population genetic study. *Mammalia* 68(4): 421-425.
- JARZEMBOWSKI, T., G. RYMARZAK & A. STĘPNIĘWSKA, 1998. Forest habitat preferences of *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera, Vespertilionidae) in northern Poland. *Myotis* 36: 177-182.
- KASPRZYK, K. & I. RUCZYŃSKI. 2001. The structure of bat communities roosting in bird nest boxes in two pine monocultures in Poland. *Folia Zoologica* 50 (2): 107-116.
- KOWALSKI, M. & G. LESIŃSKI. 1994. Bats occupying nest boxes for birds and bats in Poland. *Nyctalus (N. F.)* 5: 19-26;
- LINA, P. H. C. 1990. Verre terugmeldingen van Nathusius' dwergvleermuizen *Pipistrellus nathusii*, gevonden of geringd in Nederland. *Lutra* 33: 45-48.
- PETERSONS, G. 1990. Die Rauhhauffledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. *Nyctalus (N. F.)* 3 (2): 81-98.
- RACHWALD, A. 1992. Social organisation, recovery frequency and body weight of the bat *Pipistrellus nathusii* from northern Poland. *Myotis* 30: 109-119.
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER. 1997. The Bats of Europe and Northern America. Knowing them, identifying them, protecting them. THF Publications, New York, 239 pp.
- STRELKOV, P. P. 1969. Migratory and stationary bats (Chiroptera) of the European part of the Soviet Union. *Acta Zoologica Cracoviensia* 14: 369-439.
- STRELKOV, P. P. 2000. Seasonal distribution of migratory bat species (Chiroptera, Vespertilionidae) in eastern Europe and adjacent territories: nursing area. *Myotis* 37: 7-25.

## **Les chauves-souris (Mammalia, Chiroptera) du Gouffre de Padirac (Lot, France) : Richesse spécifique et utilisation des profondeurs**

Vincent Prié<sup>1</sup>, Ronan Kirsch<sup>1</sup> & Jean-Michel Bichain<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Muséum national d'Histoire naturelle, Département Systématique et Evolution, Unité Taxonomie et Collections (UMS602), Case postale 51, 55 rue Buffon, F-75005 Paris CEDEX 05 France. E-mail : v.prie@biotope.fr*

### **The bats (Mammalia, Chiroptera) in the Chasm of Padirac (Lot, France) : Specific richness and depth of utilisation.**

During a biospeologic expedition in the karstic network of Padirac, in April of 2005, we carried out an inventory of the bat species that are present in the upper part of this underground network and gathered data on how deep they can enter the cave. Altogether, 11 species were found in the chasm, 6 of which are listed in the Habitats directive appendix II. Tourist infrastructure does not seem to prevent the bats from entering the cave. A Mediterranean Horseshoe Bat *Rhinolophus euryale* was captured as deep as 1500 m from the single entry and some signs of presence and reproduction were found respectively at 7500 m and 2000 m from the entry. Bats penetration into the deepest parts of caves represents a significant contribution of organic matter for the entire underground ecosystem.

**Key words :** Chiroptera, *Rhinolophus euryale*, deep cave roosts, biospeology, Padirac.

### **INTRODUCTION**

L'habitat naturel d'intérêt communautaire 8310 «Grottes non exploitées par le tourisme» tel que défini dans les cahiers d'habitats (BENSETTITI & HERARD-LOGEREAU, 2004) se décline en quatre habitats élémentaires: les grottes à chauves-souris (8310-1), le réseau de fissures interstitielles (8310-2), le milieu souterrain superficiel (8310-3) et les aquifères (8310-4). Il est communément admis (GIBERT & DEHARVENG, 2002) que la présence des chauves-souris constitue un apport de matière organique important pour la faune troglobie. Mais si les chauves-souris, hôtes emblématiques des grottes, bénéficient d'une abondante littérature, il existe peu de références sur leur capacité à pénétrer en profondeur dans les réseaux.

Le réseau karstique de Padirac n'a jamais fait l'objet d'étude chiroptérologique publiée. Il présente pourtant deux particularités remarquables pour l'étude des chauves-souris en milieu souterrain. Premièrement, c'est la cavité la plus fréquentée de France avec quelques 340 000 visiteurs annuels, principalement au printemps et en été, périodes sensibles pour les chiroptères qui mettent bas et élèvent leurs jeunes. On peut donc s'interroger sur la capacité des chauves-souris à utiliser cette cavité perturbée par la fréquentation et les aménagements touristiques. Deuxièmement, ce réseau karstique après la

zone touristique compte plus de 40 km de galeries, avec des volumes importants, certaines salles atteignant 96 m de hauteur. Or des indices de présence de chauves-souris à plus de 5000 m de l'unique entrée ont été observés en 2003 (BICHAIN *et al.*, 2004) ce qui semble indiquer que certaines espèces peuvent explorer les réseaux sur de longues distances.

Le réseau souterrain de Padirac est accessible par un énorme puits d'effondrement de 80 m de profondeur (Fig. 1). Le premier kilomètre du réseau est aménagé pour les visiteurs. La suite du réseau consiste en une vaste rivière souterraine qui conflue avec son principal affluent à 4000 m de l'entrée pour donner naissance à la rivière *De Lavaur*, elle-même encore navigable sur près de 5000 m.

Notre étude sur les chauves-souris du réseau profond et superficiel de Padirac s'insère dans le cadre de l'expédition Lesur réalisée en avril 2005 (BICHAIN *et al.*, 2005) pendant laquelle nous avons pu accéder à des zones du réseau situées jusqu'à 10000 m de l'entrée. Nos objectifs étaient: (1) identifier les espèces qui fréquentent le réseau de Padirac; (2) évaluer le potentiel du réseau en termes de gîtes afin de mieux cerner les enjeux de conservation; (3) observer par capture directe la fréquentation du réseau profond par des individus en activité.

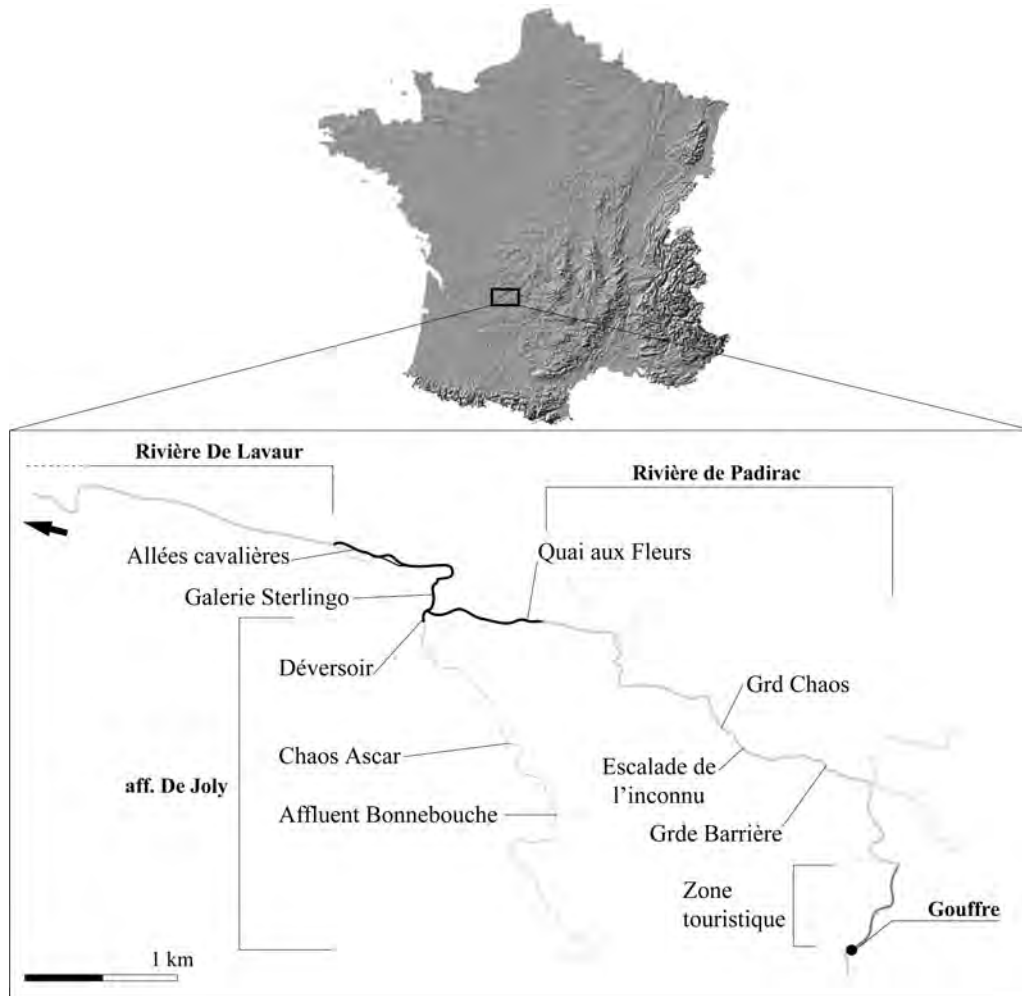


Fig. 1: Topographie simplifiée du réseau karstique de Padirac. Seul l'amont de la rivière *De Lavour* est figuré. En noir les galeries fossiles, la flèche indique le sens de l'écoulement des eaux ; en gris le système hydrologique, le point noir indique le gouffre d'effondrement et l'accès au réseau. La flèche indique l'aval du réseau. Echelle: 1 km.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Inventaire dans le réseau superficiel

Le 15 avril 2005, deux filets de 3 x 2,5 m ont été disposés à environ -80 m de la surface, de manière à obtenir complètement l'unique accès connu au réseau. Le 23 avril 2005, nous avons réitéré le même dispositif exactement au même endroit et nous avons disposé en plus 4 filets de 12 m en bordure du puits d'effondrement, c'est-à-dire en haut du gouffre (Fig. 2, 3A). Les filets ont été dressés à chaque fois entre 20h15 et 22h30. Pour chaque individu capturé, la taille de l'avant-bras a été mesurée et d'éventuelles marques distinctes sur le corps, comme des marques de scarifications ou des cicatrices sur le patagium, ont été notées.

En complément des captures, des observations ont été réalisées dans la salle de *la Grande Arcade* qui se situe

au fond du puits d'effondrement (Fig. 2, 3E), en face de l'entrée des visiteurs et dans différents endroits accessibles le long du puits. Deux détecteurs d'ultrasons hétérodynes de type Batbox III (0 à 120 KHz) ont été utilisés pour préciser l'identification des espèces observées mais non capturées. A cette étude, nous ajoutons des espèces identifiées sur la base de photographies numériques réalisées en octobre 2005 à la sortie du réseau et communiquées par H. Taillefer.

### Indices de présence dans le réseau profond

Les prospections dans le réseau profond ont été réalisées lors de l'expédition Lesur qui a réuni des biologistes et des spéléologues pendant une semaine complète sous terre dans le gouffre de Padirac, avec un camp de base situé à 5000 m de l'entrée (Fig. 1) du 16 au 23 avril 2005.

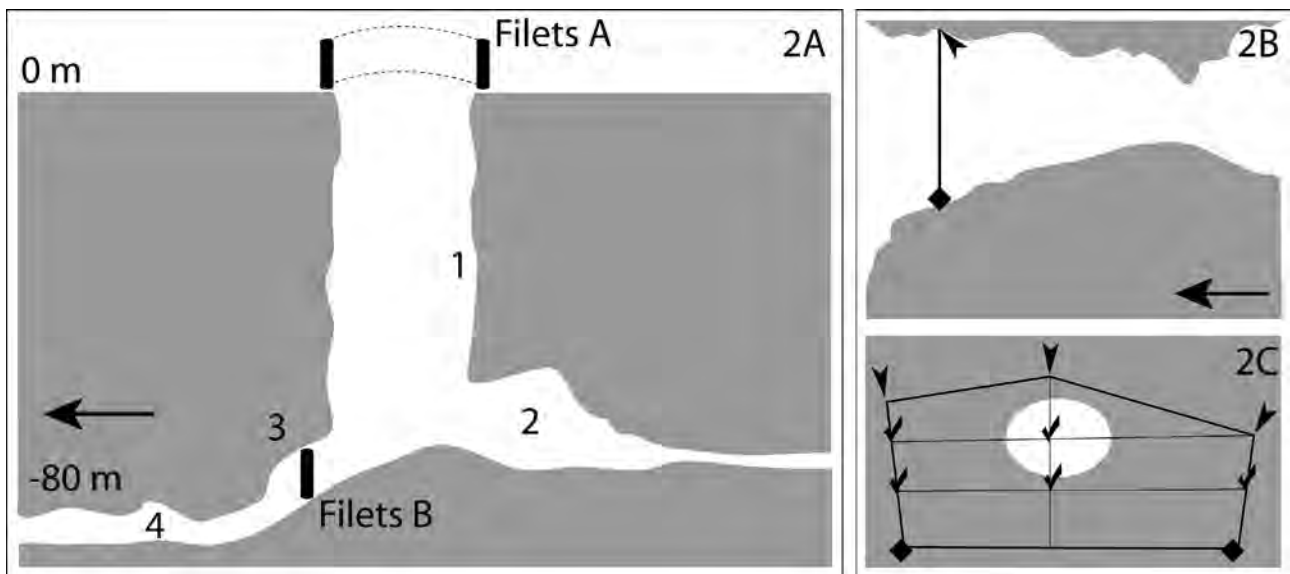


Fig. 2: Localisation des filets de capture

2A. Localisation des filets et des observations de chauves-souris sur une coupe transversale du gouffre (filet A voir les Figure 3A et 3E pour le filet B). 1: rhinolophe euryale, 2: grands rhinolophes dans la salle de la Grande Arcade, 3: murins de Daubenton, 4: murins de Natterer.

2B. Vue latérale du filet à la Grande Barrière. Les triangles représentent des goujons, les losanges des pierres et les coches les fixations des élingues sur les ficelles. La flèche indique l'aval du réseau.

2C. Vue de face du filet à la Grande Barrière.

Les ossements rencontrés dans le réseau profond ont été systématiquement prélevés. Leur identification a été réalisée sur la base des travaux de MENU & POPELARD (1987) et de DODELIN (2002).

La localisation de dépôts de guano ainsi que les traces de griffures dans des substrats meubles ont été reportées sur fond topographique. Nous incluons les observations réalisées par BICHAIN *et al.* (2004).

Le 21 avril, un filet de 12 m a été tendu de manière à obstruer totalement le réseau au niveau d'un passage étroit, situé à 1500 m de l'entrée, au lieu dit la Grande Barrière (Fig. 1, 2BC & 3D). Il a été fixé au plafond par des goujons enfoncés directement dans la paroi à l'aide d'un perforateur alimenté par batteries. Des goujons ont été posés aux deux extrémités ainsi qu'au milieu du filet pour assurer une tension correcte. Les fixations latérales ont été effectuées en tendant une cordelette verticalement du goujon jusqu'au sol avec une pierre. Les élingues ont été nouées sur ces cordelettes verticales. Un renfort au milieu du filet a été disposé de la même manière (Fig. 2C). Le filet a été disposé de 19h30 à 21h30.

## RÉSULTATS

### Diversité spécifique dans le réseau superficiel

Les premiers individus ont été capturés à 21h13 lors de la

première séance de piégeage (rhinolophe euryale *Rhinolophus euryale* Blasius, 1853) et à 20h38 (grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774) lors de la seconde. La diversité d'espèces capturées est très contrastée entre ces deux séances de piégeage puisque la première compte 19 rhinolophes euryales et un minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817) alors que la seconde livre 17 individus pour 8 espèces (Tableau 1). Des observations directes ont livré des compléments d'informations sur la fréquentation du gouffre: une dizaine de rhinolophes euryales a été observée à mi-hauteur du puits et environ quatre-vingt grands rhinolophes ont été observés au niveau de la Grande Arcade, sans que leur sexe ait pu être déterminé.

A ces huit espèces s'ajoutent le murin de Daubenton *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), trouvé mort sur une paroi au fond du puits d'entrée, un murin de Natterer *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817) observé en léthargie dans la partie touristique, l'oreillard roux *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) et le murin à moustaches *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), identifiés sur des photographies réalisées dans le gouffre en octobre 2005. L'identification de ce dernier sur photographie doit être soumise à caution étant donnée la difficulté d'identification des espèces de ce groupe.

### Refuges profonds

Des tas de guano relativement importants (surface esti-

mée à 0,5 m<sup>2</sup>) ont été observés notamment au *Chaos Ascar* qui est situé à environ 7500 m de l'entrée. Des griffures de chiroptères ont été identifiées sur les parois recouvertes d'argile meuble (Fig. 3C). Elles sont très abondantes près de certains tas de guano comme au niveau de *la Grande Barrière* (1500 m) et de *l'Escalade de l'Inconnu* (2000 m).

Sur la base des ossements récoltés dans le réseau profond, nous identifions 5 espèces : le rhinolophe euryale, le grand rhinolophe, le minioptère de Schreibers et le petit murin *Myotis blythii* (Tomes, 1857) qui n'a pas été identifié avec certitude sur le causse de Gramat (DEJEAN & NERI, 2004) et qui ne figure pas dans la liste des espèces que nous avons capturées (Tableaux 1 & 2). En outre, les

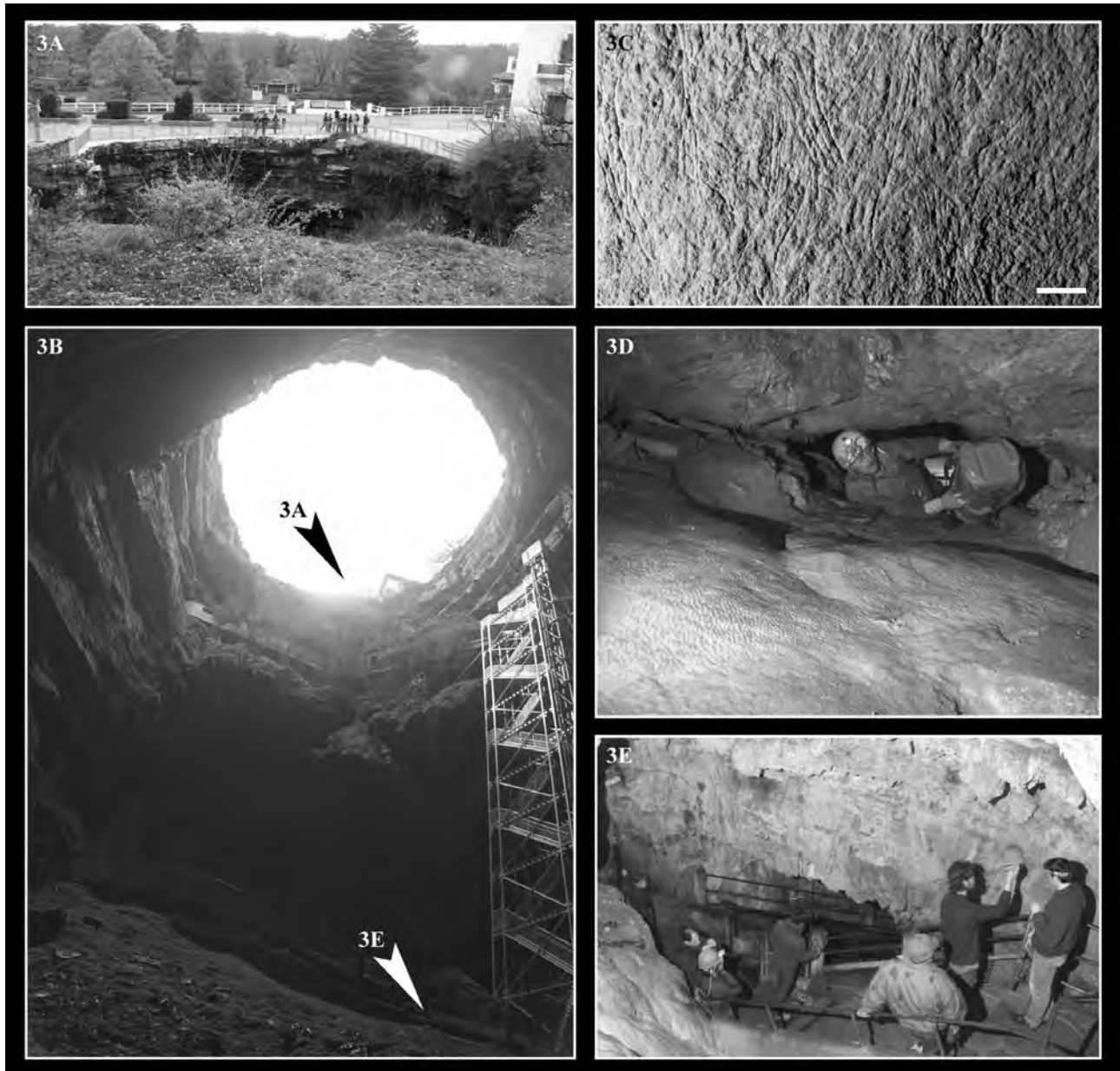


Fig. 3: Mise en place de la procédure de capture dans le réseau superficiel et profond.

3A. Vue sur le gouffre d'effondrement (photo : B. Lips 2005).

3B. Vue depuis le fond du gouffre d'effondrement. Les flèches indiquent la position des filets (photo : B. Lips 2005).

3C. Griffures de chauves-souris dans les parois d'argile meuble au niveau du *Grand Chaos*. Barre d'échelle 1 cm (photo : JF. Fabriol 2006).

3D. Passage étroit de *la Grande Barrière*, lieu de capture en réseau profond (photo : JF. Fabriol 2006).

3E. Pose des filets à l'entrée unique du réseau souterrain de Padirac (photo : B. Lips 2005).

Tableau 1 : Récapitulatif des captures

Espèces	Effectifs et sexes
<b>Capture du 15/04/05 : Entrée du réseau</b>	
Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	18 ♂ sortants, 1 ♀ entrante
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂ entrant
Total	20
<b>Capture du 21/04/05 : à 1500 m dans le réseau</b>	
Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	1 ♂ entrant
<b>Capture du 23/04/05 : entrée du réseau</b>	
Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	1 ♂ sortant
Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	1 ♂ sortant
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> Schreber, 1774	3 ♂ sortants, 1 ♂ entrant
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂ entrant
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂ sortant
Total	8
<b>Capture du 23/04/05 : périphérie du gouffre</b>	
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	2 ♂
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	3 ♂
Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	1 ♂
Grand murin <i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	1 ♂
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteini</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	1 ♂
Total	9
<b>Total général</b>	<b>38 individus</b>

récoltes ont livré des ossements d'un individu juvénile indéterminé. Aucun de ces ossements n'a été daté mais ils paraissent tous assez anciens.

Les observations réalisées dans le réseau profond font état de chiroptères en activité au niveau de la *Grande Barrière* (1500 m), du *Grand Chaos*, de la *Galerie Sterlingo* (5000 m) et du *Déversoir* de l'affluent *De Joly* (6000 m). La synthèse des récoltes et des observations est donnée sur la Figure 4 et dans le Tableau 2.

Le piégeage réalisé dans le réseau profond (1500 m) a permis de capturer un individu entrant de rhinolophe euryale à 20h45. Cet individu, reconnu sur la base d'une lésion de l'aile gauche et des mesures d'avant-bras, avait déjà été capturé lors de la première séance de piégeage du 15 avril. A 20h55, deux autres rhinolophes euryales ont été identifiés à l'aide du détecteur d'ultrason. Ils provenaient de l'aval du réseau et se dirigeaient vers la sortie. Ces individus ont certainement détecté le filet et se sont posés à proximité après avoir tournoyé quelques minutes. Lors de l'enlèvement du filet à 21h30, les deux individus

sont immédiatement passés par le goulet en direction de la sortie.

## DISCUSSION

### Richesse spécifique et diversité spécifique actuelle du réseau karstique de Padirac

Le peuplement de chauves-souris qui fréquente le gouffre de Padirac est riche de 11 espèces, plus le petit murin dont la présence actuelle n'est pas prouvée. Parmi ces 11 espèces, 6 sont d'intérêt communautaire dont 2 (rhinolophe euryale et minioptère de Schreibers) sont considérées comme cavernicoles. Le rhinolophe euryale et le murin de Bechstein sont catégorisés comme « vulnérables » par l'UICN ([www.redlist.org](http://www.redlist.org)) et le grand rhinolophe est catégorisé comme « quasi-menacé ». Par rapport à l'inventaire de DÉJEAN & NÉRI (2004), nous ajoutons 6 espèces, ce qui porte à 18 le nombre d'espèces de chauves-souris observées sur le causse de Gramat (Tableau 3).

Tableau 2: Synthèse des indices de présence de chauves-souris dans le réseau profond.

Indices	Espèce	Localisation dans le réseau	Distance à l'entrée	Commentaire
Guano	Non déterminé	Chaos Ascar	> 7500 m	Tas de guano ancien
Guano	Non déterminé	Escalade de l'Inconnu	> 2000 m	Tas de guano ancien
Guano	Non déterminé	Quai aux Fleurs	> 4200 m	Tas de guano peu important
Guano	Non déterminé	Virgoulayse	> 2400 m	Crottes en bon état
Ossements	Non déterminé	De Lavaur	> 6000 m	Squelettes non prélevés
Ossements	<i>Myotis blythii</i>	Allées Cavalières	~ 5700 m	Crâne + ossements
Ossements	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Allées Cavalières, au début	~ 5700 m	Crâne + ossements
Ossements	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Galerie Sterlingo	5000 m	Crâne + ossements
Ossements	<i>Rhinolophus euryale</i>	Affluent Bonnebouche	> 6000 m	Fragments de mâchoire
Ossements	<i>Myotis myotis</i> / <i>M. blythii</i>	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	Tête d'humérus
Ossements	<i>Myotis myotis</i> ou <i>M. blythii</i>	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	1 tête de radius
Ossements	<i>Myotis myotis</i>	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	2 mandibules
Ossements	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	2 têtes d'humérus
Ossements	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	1 mandibule
Ossements	<i>Rhinolophus</i> sp. juvénile	Escalade de l'Inconnu	>2000 m	1 mandibule de juvénile

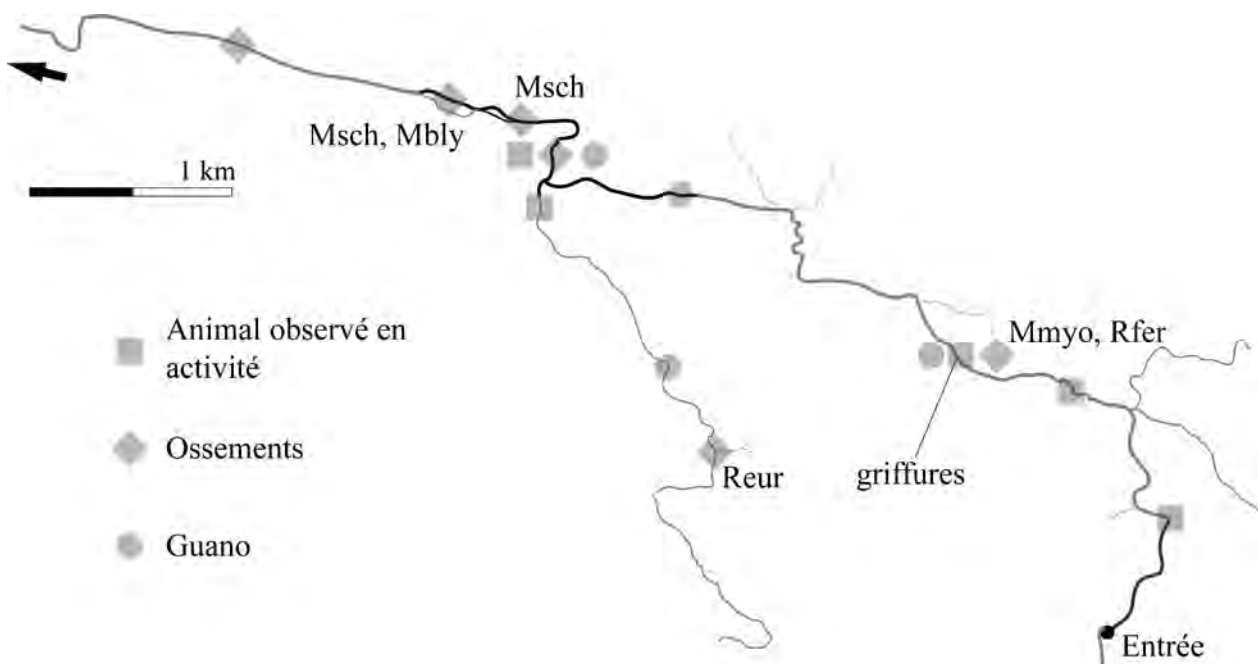


Fig. 4: Localisation des indices de présence dans le réseau de Padirac. Pour la toponymie se reporter à la Figure 1. **Rfer** grand rhinolophe, **Reur** rhinolophe euryale, **Mbly** petit murin, **Mmyo** grand murin, **Msch** minioptère de Schreibers. La flèche indique le sens de l'écoulement des eaux. Echelle: 1 km.

Les deux séances de capture à l'entrée du gouffre sont très différentes en termes de richesse et de diversité spécifique. La première séance a permis de capturer un minioptère de Schreibers et une femelle de rhinolophe euryale entrants et 18 mâles sortants de rhinolophes euryales. Lors de la deuxième séance, plusieurs rhinolophes euryales ont été observés tournoyant derrière le filet, mais seul un mâle sortant s'est fait prendre. En revanche, 8 autres espèces ont été capturées. Les filets disposés en haut du puits ont permis de capturer deux espèces qui n'ont pas été prises au fond du puits, le murin de Bechstein et la sérotine commune. La deu-

xième séance fait apparaître une diversité spécifique importante avec une structure équilibrée du peuplement entre les différentes espèces. Sur l'ensemble des données collectées, on compte 2 singletons (murin de Daubenton, murin de Bechstein). Des espèces hautement probables dans la région comme la pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) et la pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhli* (Kuhl, 1817) n'ont pas été contactées. Des séances de captures plus longues et une pression de détection plus poussée, avec l'utilisation d'un détecteur à expansion de temps notamment, auraient vraisemblablement permis d'augmenter significativement la liste des espèces.

Tableau 3 : Liste des espèces du causse de Gramat. La pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus* Leach, 1825 et le murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe* Helversen & Heller, 2001 n'étaient pas connus en 1999 mais sont également potentiellement présents dans cette région.

Espèces potentiellement présentes sur le causse de Gramat	Observées sur le causse de Gramat	
	DÉJEAN & NERI, 2004	Cette étude
<b>MITCHELL-JONES <i>et al.</i>, 1999</b>		
Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	X
Rhinolophe euryale <i>Rhinolophus euryale</i>	X	X
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	X
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>		
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhli</i>	X	
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>		
Vespère de Savi <i>Hypsugo savii</i>		
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>		X
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	X	
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersi</i>		X
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	X	X
Murin de Daubenton <i>Myotis daubentoni</i>	X	X
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	X	X
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteini</i>	X	X
Murin à oreilles échanquées <i>Myotis emarginatus</i>	X	
Grand murin <i>Myotis myotis</i>		X
Petit murin <i>Myotis blythii</i>		X
Molosse de Cestoni <i>Tadarida teniotis</i>		
Barbastelle <i>Barbastella barbastellus</i>		
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>		
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>		X
Oreillard <i>Plecotus</i> sp.	X	
«Grand <i>Myotis</i> » <i>Myotis myotis</i> / <i>blythii</i>	X	



Le petit murin a été identifié sur la base d'un crâne récolté dans le réseau profond. Mais la discrimination entre le petit et le grand murin est délicate. Nous n'avons pas capturé de petit murin, mais l'espèce est potentiellement présente dans la région (MITCHELL-JONES *et al.*, 1999; ROUÉ *et al.*, 1999).

Nous ignorons si la colonie de 80 grands rhinolophes observée au niveau de *la Grande Arcade* et les rhinolophes euryales observés près des ascenseurs (Fig. 2) constituent des colonies de mâles ou de reproduction. Les autres espèces contactées sont vraisemblablement occasionnelles dans le Gouffre de Padirac. Capturées principalement alors qu'elles entraient dans la cavité, il s'agit toujours de mâles et les effectifs sont faibles (Tableau 1). Les cavités naturelles au fond du gouffre et le long de la paroi du puits d'effondrement offrent certainement des gîtes de repos ou de transit pour ces espèces. Ainsi, la diversité spécifique dans le réseau superficiel est probablement fluctuante tout au long de la période d'activité des chauves-souris. En revanche, nous ignorons dans quelle mesure les chauves-souris utilisent le réseau superficiel pour la période d'hibernation lorsque le gouffre est fermé au public.

Globalement, la présence d'un murin de Natterer en léthargie dans l'amont aménagé du réseau et une colonie de rhinolophes euryales mâles gîtant quelque part plus en aval, ainsi que tous les individus capturés au fond du puits indiquent que les aménagements touristiques ne semblent pas constituer ici un obstacle infranchissable pour les chauves-souris.

Ces résultats sont à mettre en perspective avec la présence d'un site majeur situé à moins de 7 km du gouffre de Padirac, l'Igue de Magnagues, reconnu d'intérêt international pour les chauves-souris (ROUÉ, 2004). Au total, ce sont 7 espèces de l'annexe II de la Directive Habitats qui y sont présentes (Groupe Chiroptères Midi-Pyrénées, comm. pers.) et que nous retrouvons à Padirac, excepté le murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806) que nous n'avons pas capturé mais dont une colonie de reproduction de 200 individus est établie à l'Igue de Magnague (MASSON, 1990). Cet Igue héberge également une colonie de reproduction de 1400 rhinolophes euryales et une colonie d'hibernation de 100 grands rhinolophes (C. Milhas, comm. pers.). Le radio-tracking effectué récemment sur 21 femelles de rhinolophes euryales de l'Igue de Magnague a montré qu'elles se déplacent dans un rayon de 12 km et certains individus sont venus chasser tout près du gouffre (M. Nemoz, comm. pers.). Il y a donc vraisemblablement un lien entre cette colonie de reproduction et la colonie de mâles découverte à Padirac. La complémentarité entre ces deux sites pour les rhinolophes euryales est donc potentiellement importante en terme de conservation. En ce qui concerne les grands rhinolophes, nous ne pouvons affirmer qu'il s'agisse d'une colonie de reproduction. Néanmoins, les effectifs

sont importants pour une période de transit et correspondent à ceux observés à Magnague. Nous pouvons donc supposer que les deux cavités sont complémentaires également pour cette espèce.

Par ailleurs, même si Padirac n'héberge plus de colonie de reproduction, la diversité spécifique des chauves-souris qui fréquentent le gouffre est remarquable et peut potentiellement jouer un rôle favorable à la faune troglobie en apportant de la matière organique dans l'écosystème du réseau profond (GIBERT & DEHARVENG, 2002).

### Refuges profonds

Nous avons pu observer directement la pénétration du réseau profond par le rhinolophe euryale pour laquelle peu d'études sont publiées (ROUÉ & BARATAUD, 1999) mais qui est pourtant une espèce d'intérêt communautaire et catégorisée comme «vulnérable» sur la Liste Rouge des animaux menacés (UICN, [www.relist.org](http://www.relist.org)).

On constate, au vu des résultats des piégeages en extérieur, qu'au moins une colonie de rhinolophes euryales mâles de plus d'une vingtaine d'individus gîte dans le réseau principal et fréquente la partie touristique. Les volumes importants n'ont pas permis de détecter ces animaux en place lors de la progression, nous ignorons donc le site précis où est établie cette colonie. Néanmoins, un des rhinolophes euryales capturé lors de la première séance a été repris dans le réseau profond. Les deux autres individus contactés en aval de *la Grande Barrière* ont cherché pendant plusieurs minutes à sortir par ce goulet obstrué par notre filet qu'ils avaient détecté. Ils sont sortis dès que le filet a été retiré, ce qui confirme qu'il n'existe pas d'autre passage pour sortir de la cavité en aval immédiat de *la Grande Barrière*. Par ailleurs, si d'autres accès existaient aujourd'hui, on peut penser qu'ils auraient été découverts par des promeneurs ou spéléologues, au moins en hiver quand la neige recouvre le causse et fond au contact de la chaleur émanant du réseau. Les individus présents en profondeur utilisent donc l'entrée principale et se déplacent dans le réseau sur des distances supérieures à 1500 m.

D'après les connaissances générales sur les gîtes à chiroptères, ces derniers se situent habituellement à faible distance de l'entrée. En hibernation, les profondeurs maximales données sont de l'ordre de 300 m (DAVIS *et al.*, 1999) en Amérique du Nord. En Europe, LECOQ (2006) observe un maximum de 350 m de l'entrée pour les grands rhinolophes et 400 m pour le petit rhinolophe dans le Parc National des Cévennes. Mais RANSOME (1990) dit avoir observé des petits rhinolophes hibernant à plus de 2000 m de l'entrée; AULAGNIER & FABRE (1985) observent des chauves-souris en hibernation jusqu'à 1000 m de l'entrée dans une rivière souterraine du Maroc. S'agissant d'animaux en hibernation, on peut comprendre que pour des raisons d'hydrothermie ou de tranquillité, ils soient prêts à s'établir loin de l'entrée

des cavités à la recherche de sites optimaux pour cette période sensible.

Pour ce qui est de la période d'activité, CHURCHILL (1991) note en Australie un maximum de profondeur de 800 m chez *Rhinonycteris aurantius* (Gray, 1845) et d'autres gîtes ont été trouvés à plus de 500 m de profondeur. Toutefois, cette espèce tropicale strictement homéotherme est plus exigeante en terme de température et d'hygrométrie et aucune autre espèce n'a été contactée aussi profond dans son étude. En Europe, BORDA *et al.* (2004) notent des colonies de reproduction jusqu'à 250 m de l'entrée seulement.

L'individu entrant de rhinolophe euryale que nous avons capturé à 1500 m de l'entrée du gouffre ainsi que les deux autres observés en activité en aval du filet, laissent supposer que le gros de la colonie gîte plus en amont et que le site choisi pour la capture se situe aux extrêmes de la distribution des effectifs actifs en profondeur. En outre, ces individus ont été capturés ou observés à 20h45, soit quelque 30 min avant l'heure de la première capture de rhinolophe euryale réalisée, en sortie de réseau, une semaine auparavant. Les animaux semblent donc entrer en activité dans la cavité environ ½ heure avant leur sortie effective, ce qui corrobore les observations réalisées lors de séances de radiotracking sur cette même espèce dans le Gard (V. Lecoq, comm. pers.). Globalement, la question qui reste ici ouverte est la signification biologique et/ou comportementale expliquant la présence de ces animaux aussi loin de l'entrée. Cette fréquentation épisodique ou ponctuelle représente toutefois un apport de matière organique pour la troglofaune et il est probable que la fréquentation épisodique des chauves-souris constitue un élément fonctionnel pour l'écosystème souterrain du réseau fossile profond. Si seuls des mâles, dans une période de transit, ont été capturés ici, la découverte d'une mandibule d'un juvénile de rhinolophe non identifié montre bien que des colonies de reproduction ont existé à plus de 2000 m de l'entrée. En revanche, à l'Igüe de Magnagues, les chauves-souris ne semblent pas pénétrer à plus d'une centaine de mètres dans la cavité (R. Bouat, comm. pers.)

La présence de chauves-souris plus en profondeur, au-delà de 5000 m, reste énigmatique. Les ossements, les crottes isolées et les témoignages d'observations d'animaux actifs pourraient se rapporter soit à des individus erratiques soit à des animaux établis très en profondeur pour l'hibernation et morts sur place pendant cette période critique. Mais, les tas de guano observés sont difficiles à dater. Les conditions de conservation du guano en milieu souterrain sont mal connues et ils pourraient s'avérer beaucoup plus anciens qu'il n'y paraît. On peut seulement constater qu'aucune colonie ne semble exister actuellement en profondeur, mais que des colonies, notamment de reproduction, ont existé auparavant. La désertification de ces gîtes pourrait avoir été provoquée

par la disparition d'un ancien accès qui aurait permis aux animaux de réaliser des trajets plus courts sous terre pour les atteindre. La disparition de ces anciennes entrées peut être expliquée par (1) un éboulement accidentel et brutal ou un comblement dus à des phénomènes karstologiques, ou par (2) la dynamique de la végétation sur le causse à l'origine de la formation d'un sol obstruant un passage entre des pierres.

## CONCLUSION

L'ensemble de nos résultats indique que le réseau superficiel de Padirac est actuellement un site de transit pour au moins 11 espèces de chauves-souris. Néanmoins, notre pression d'observation est limitée et nos résultats sont loin d'être exhaustifs.

En ce qui concerne la pénétration des chauves-souris en réseau profond, la séance de capture à *la Grande Barrière* montre que (1) au moins une espèce, le rhinolophe euryale, gîte à l'intérieur du gouffre sur des distances supérieures à 1500 m et (2) il n'existe pas d'autre sortie possible pour des chauves-souris en aval immédiat de *la Grande Barrière*.

La fréquentation du réseau profond à plus de 5000 m de l'entrée a été attestée par des témoignages d'observations directes et des récoltes d'indices de présence. Il peut s'agir soit d'individus erratiques ou perdus, soit d'individus hibernant en profondeur. Certains indices de présence, comme des ossements de juvéniles et de volumineux tas de guano, nous laissent suspecter que le réseau profond a hébergé des colonies conséquentes par le passé et qu'un ou plusieurs autres accès devaient alors permettre aux animaux de court-circuiter les 5000 premiers mètres du réseau.

Les habitats souterrains 8310-1&2 sont très étendus dans le réseau de Padirac et les chauves-souris qui les fréquentent y transfèrent de la matière organique jusqu'à de grandes profondeurs. Pour sa diversité d'espèces et son rôle dans l'écosystème souterrain profond, le peuplement de chauves-souris qui fréquente le gouffre de Padirac est remarquable et mérite toute notre attention.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'expédition Lesur. Nos remerciements s'adressent aux partenaires techniques et financiers de l'expédition : Hervé Taillefer pour les autorisations et les facilités d'accès au réseau, le Comité Départemental de Spéléologie du Lot, le Conseil Général du Lot, la société du Gouffre de Padirac, la société des Amis du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, le Conseil Régional Midi-Pyrénées, le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et le Parc Naturel Régional des Causses du Quercy.

Les spéléologues du Comité Départemental de Spéléologie du Lot nous ont encadrés lors des progressions pour accéder aux indices parfois difficiles d'accès et nous ont fourni des témoignages et des informations sur la localisation précise d'indices de présence. Nous remercions par ailleurs Arnaud Sourmia de la DIREN Midi-Pyrénées pour son soutien dans les démarches de demande d'autorisations de captures.

Enfin, nous remercions Mélanie Némoz et le Groupe Chiroptères Midi-Pyrénées pour les informations concernant l'Igue de Magnague ainsi que Sébastien Roué pour ses observations sur le manuscrit.

## RÉSUMÉ

Lors d'une expédition biospéologique en avril 2005 dans le réseau karstique de Padirac, nous avons réalisé un inventaire des espèces de chauves-souris qui fréquentent l'amont du réseau et apporté des éléments d'information concernant leur capacité de pénétration dans les parties souterraines profondes. Au total, 11 espèces fréquentent le gouffre dont 6 sont inscrites à l'annexe II de la directive Habitats. Un individu de rhinolophe euryale *Rhinolophus euryale* a été capturé à 1500 m de l'unique entrée et des indices de présence et de reproduction ancienne ont été collectés respectivement à 2000 m et 7500 m de l'entrée. La pénétration des chiroptères en profondeur représente un apport en matière organique important pour tout l'écosystème souterrain.

## RÉFÉRENCES

- AULAGNIER, S. & J. P. FABRE. 1985. Rapport d'activité de l'expédition spéléologique du 23 au 25 Mars 1985. *L'écho d'Youem* 15: 118-122.
- BENSETTITI, F. & K. HERARD-LOGEREAU. 2004. *Cahiers d'Habitats tome V: Habitats rocheux*. Paris, 381 pp.
- BICHAIN, J. M., (COORD.). 2005. *Expédition Lesur: Mission spéléologique et biospéologique dans le réseau karstique de Padirac (France, Lot)*. Rapport d'expédition MNHN & CDS46, Paris, 87 pp.
- BICHAIN, J. M., C. BOUDSOCQ & V. PRIÉ. 2004. Les mollusques souterrains du réseau karstique de Padirac (Lot, France) et micro-répartition de *Bythinella padiraci* Locard, 1903 (Mollusca, Caenogastropoda, Risssooidea). *Karstologia* 43 (1): 9-18.
- BORDA, D., C. BORDA & T. TAMA. 2004. Bats, climate, and air microorganisms in a Romanian cave. *Mammalia* 68 (4): 337-343.
- CHURCHILL, S. K. 1991. Distribution, abundance and roost selection of the Orange Horseshoe-bat, *Rhinonycteris aurantius*, a tropical cave dweller. *Wildlife research* 18: 343-353.
- DAVIS, M., A. VANDERBERG, T. CHATWIN & M. MATHER. 1999. Bat usage of cave systems on northern Vancouver Island. At Risk - Species and Habitats at Risk Conference, Kamloops, B.C. 2005.
- DÉJEAN, S. & F. NÉRI. 2004. Bilan hivernal des prospections chiroptérologiques sur le causse de Gramat (46). *Espaces Naturels de Midi-Pyrénées*, Toulouse: 12 pp.
- DODELIN, B. 2002. *Identification des chiroptères de France à partir des restes osseux*. Fédération Française de Spéléologie, 48 pp.
- GIBERT, J. & L. DEHARVENG. 2002. Subterranean Ecosystems: A Truncated Functional Biodiversity. *Bioscience* 52 (6): 473-481.
- MASSON, D. 1990. La sortie crépusculaire du gîte diurne chez *Rhinolophus euryale* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Vie Milieu* 40 (2/3): 201-206.
- MENU, H. & J. POPELARD. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des vespertilionidés de l'Ouest européen. *Le Rhinolophe* 4: 1-87.
- MITCHELL-JONES, A. J., G. AMORI, W. BOGDANOWICZ, B. KRYŠTUFEK, P. REIJNDERS, F. SPITZENBERGER, M. STUBBE, J. THISSEN, V. VOHRALÍK & J. ZIMA. 1999. *The atlas of european mammals*. T. & A. D. Poyser, London, 484 pp.
- RANSOME, R. D. 1990. *The Natural History of Hibernating Bats*. London, 235 pp.
- ROUÉ, S. 2004. *Inventaire des sites à protéger à chiroptères en France métropolitaine*. S.F.E.P.M., Paris, 90 pp.
- ROUÉ, S. G., M. BARATAUD & A. GOURVENNEC. 1999. Plan de restauration des chiroptères. C. P. E. P. E. S. C. FRANCHE-COMTÉ & S.F.E.P.M., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement - Direction régionale de l'environnement Franche-Comté: 34 pp.
- ROUÉ, S. Y. & M. BARATAUD. 1999. Habitats et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe: synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe* vol. spec. 2: 1-136.

## Vocalisations of the Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis*

Justin Gerlach

133 Cherry Hinton Road, Cambridge CB1 7BX, U.K. E-mail: jstgerlach@aol.com

**Abstract.** The vocalisations of the Critically Endangered Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis* are described. Four call types are identified: complex social calls, orientation calls within the roost, open habitat orientation calls and foraging calls. The open habitat orientation calls and foraging calls are quasi-CF, the latter having alternating frequencies. The function of the alternating calls is discussed and it is concluded that in this species the lower frequency tone is used for navigation (being identical to the open habitat orientation calls) and the higher frequency tone for prey detection in cluttered environments.

**Key words:** *Coleura*, echolocation, Emballonuridae, foraging, orientation.

### INTRODUCTION

Auditory communication is used by a wide range of animals, from insects to vertebrates. In most species this is used for communication between individuals; in the case of bats vocalisations provide information both to other individuals and to the calling individual in the form of sonar. This mechanism and use of such communication in bats is relatively well understood and it is known that echolocation call structure is associated with physiological adaptations and foraging behaviour (NEUWEILER, 1989, 1990; SCHNITZLER & KALKO, 1998; PAVEY *et al.*, 2001, BOGDANOWICZ *et al.*, 1999; GANNON *et al.*, 2001; PAVEY *et al.*, 2001; MOSS & SURLYKKE, 2001; HUIHUA *et al.*, 2003).

A large proportion of bat species have not been studied in detail and their use of different calls remains unknown. The Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis* Peters, 1868 is typical of these bats, having been the subject of only a small number of research projects which have recorded the frequency of bat calls but without any further details (NICOLL & SUTTIE, 1982; BURGESS & LEE, 2004; JOUBERT, 2004; GERLACH, 2004). This species is categorized as Critically Endangered (MICKLEBURGH *et al.*, 2004) and is known from only a small number of roosts on the islands of Mahé and Silhouette, where it has been located foraging in lowland woodland (GERLACH, 2004; JOUBERT, 2004). There are some data on feeding, movement and social interactions but the details of vocalisations are unknown. In recent research vocalisations were recorded, these are described below.

### METHODS

Two sets of recordings were analysed from Silhouette and Mahé islands. On Silhouette an automated recording system comprising the Anabat II bat detector and ZCAIM storage system was used for recording bat calls at La Passe in July 2005. The bat detector was left in place overnight (18:00-07:00 hours) in the roost and in foraging areas. The recordings were analysed with Analook 4.9j. On Mahé island recordings were made by Philippe Favre at Port Launay in 2002 using a Pettersson D980 bat detector coupled with a Minidisc recorder. These calls were analysed by Frédéric Leblanc using Batsound 3.1.0.

### RESULTS

Four main categories of call were recorded (Table 1; Fig. 1, 2):

1. Social calls - complex calls covering a wide frequency range (typically 12-40 kHz), with a significant audible component (at around 5 kHz). Social calls were defined as vocalisations made by a bat and directed at another bat (observed during recording), with no clear regular pulse repetition. These calls were identified in the roost on Silhouette.
2. Orientation calls in complex habitat - broadband frequency modulated (FM) calls (16.6-41.0 kHz) with a characteristic upsweep followed by a downsweep, produced by bats flying in a confined space (usually within the roost). Complex habitat orientation calls were restricted to within the roost and adjacent tunnels on Silhouette.

Table 1 : Properties of *Coleura seychellensis* vocalisations on Silhouette.

Type		Duration	Bandwidth	Characteristic frequency	Interpulse interval	Pulse repetition rate	N
		(ms)	(kHz)	(kHz)	(ms)	(Hz)	
Silhouette							
Social		2.3±0.05	0.71±0.14	34.25±0.05	49.5±3.85	13.47±2.34	131
Orientation (confined)	navigating	2.4±0.25	17.69±3.55	23.50±0.22	4.5±0.05	12.67±1.02	140
Orientation (cruising)		4.4±1.55	0.52±0.13	39.17±0.03	199.5±40.85	10.00±0.47	29
Foraging		1.4±0.27	0.94±0.16	41.05±0.07	105.6±5.13	9.61±1.33	141
Foraging components	low	1.5±0.25	0.02±0.01	38.98±0.01	121.2±6.35	9.80±1.44	109
	high	1.4±0.30	0.94±0.17	44.47±0.15	117.1±1.45	4.82±1.25	32

- Orientation calls in open habitat (cruising) - regular pulses of very shallow quasi-CF calls (37.9-40.4 kHz) and with no change in frequency or amplitude. These calls were used in open habitat on both Mahé and Silhouette.
- Foraging calls - these resemble the calls defined as orientation calls in open habitat but comprise two alternating CF pulses (38.5-40.9 and 43.6-46.1 kHz) with numerous harmonics. These calls varied in frequency in association with feeding buzzes. Foraging calls were recorded in gaps in woodland on both Mahé and Silhouette. On Mahé the characteristic frequency of the low frequency first signal was 37.5-38.4 kHz (38.7-39.4 kHz on Silhouette) and the second (higher frequency) signal is 42.5-42.9 kHz (42.2-45.2 kHz on Silhouette), with a duration of 3.8-6.39 ms (1.03-4.32 ms on Silhouette) and an interpulse interval of 127-291 ms (100-121 ms on Silhouette). These differences appear to indicate the use of slightly lower frequencies on Mahé than on Silhouette, but this may reflect differences in recording and analysis techniques rather than real biological differences.

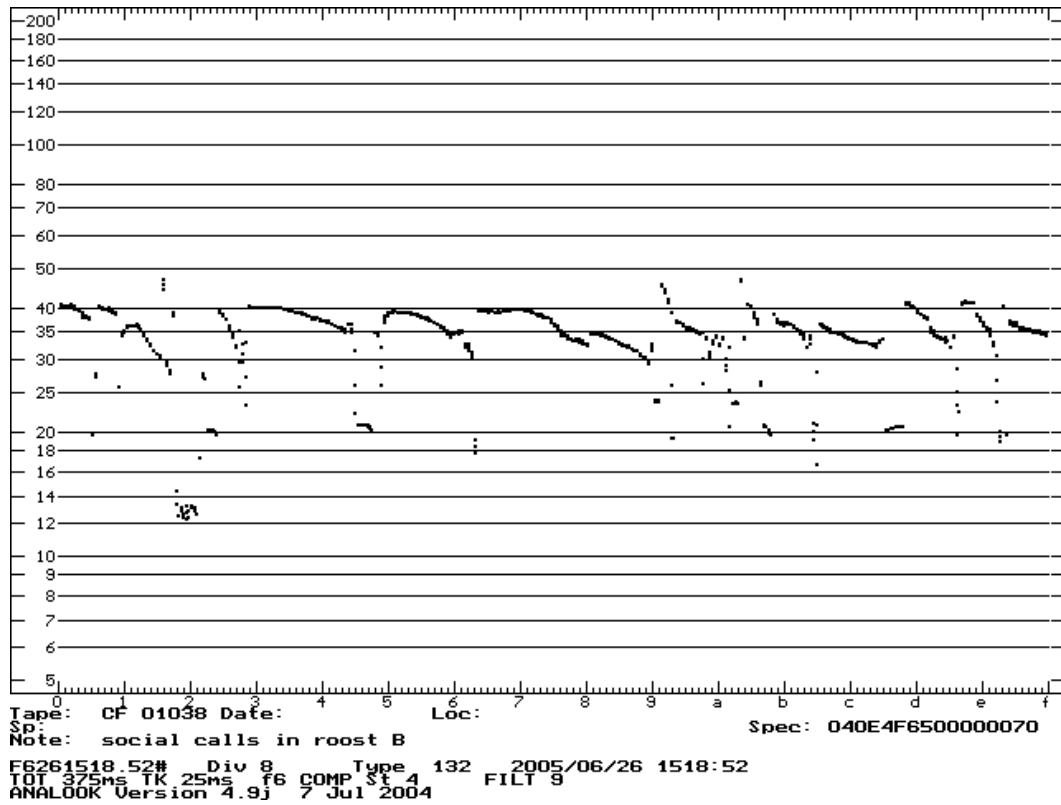
## DISCUSSION

The four call types identified in *Coleura seychellensis* appear to reflect the characteristics of the different calling situations. Social calls are highly complex and presumably convey relatively complex information between individuals. Typically they were recorded when a roosting bat directed calls towards a flying bat, the intensity of such calls increased with increasing levels of within-colony agitation. Social calls were also detected between roosting bats. Further analysis of calls, combined with simultaneous recording of interactions is required before any subdivisions of social calls can be identified.

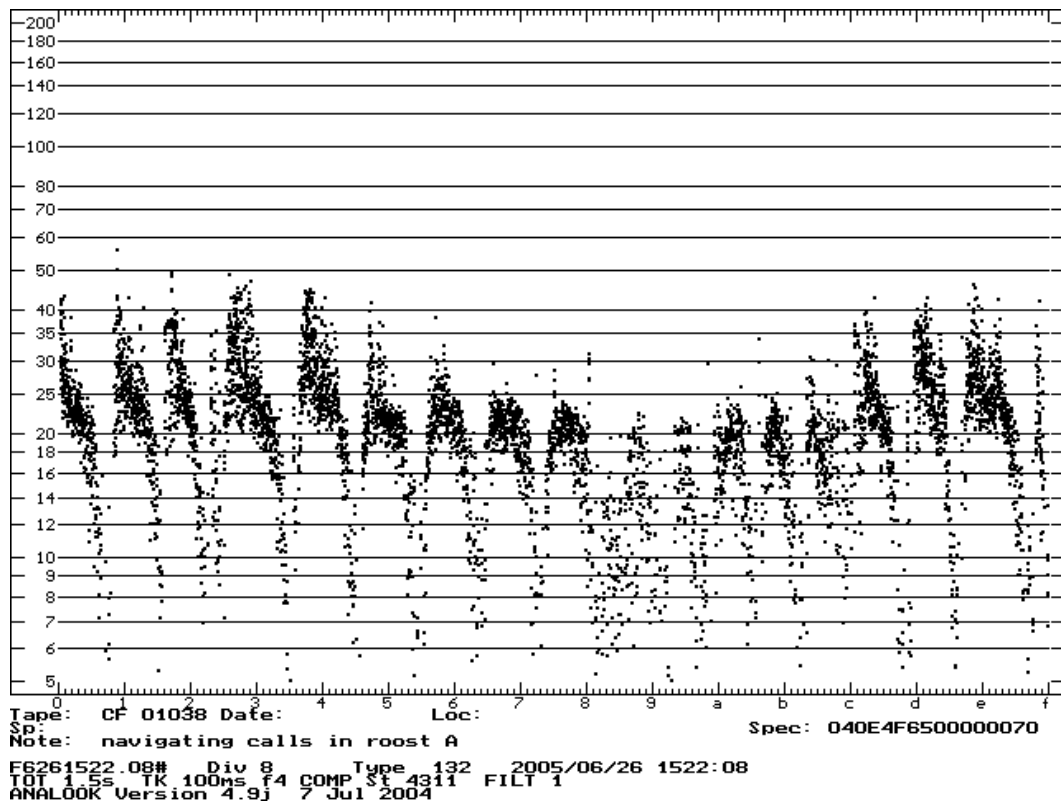
Orientation calls within the roost are notably different from those recorded in open habitat. Differences would be expected due to the acoustic characteristics of enclosed and open spaces but the differences recorded here appear to reflect real call differences and not simple recording artefacts. Identical complex habitat orientation calls were recorded in two different situations: bats flying within the roost, circling in front of the recorder, and those flying directly towards, and over the recorder in the straight tunnel. These differ only in the Doppler shift; in the circling bats a cyclical shift is detectable whereas a linear shift occurs in the linear tunnel. There was considerable noise on the recordings and an exact pulse could not be extracted from the circling calls, the tunnel recording included some calls with less noise and a more distinct pulse has been identified. No other differences are apparent despite the circling bats flying in an area of 10m<sup>2</sup> and the linear flights occurring in a tunnel 75 cm wide. The broad bandwidth of these calls is in accordance with other calls from confined spaces (KALKO & SCHNITZLER, 1993).

The open habitat orientation calls are shallow calls with only slight modulation. They can be described as quasi-CF. This energetically economical call is believed to provide spatial information at long distances, but with low resolution (FENTON, 1985; BARATAUD, 1996) and is thus useful for navigational purposes. The foraging calls differing only in being steeper and having alternating frequencies. The alternating foraging calls recorded in the present study are typical of many woodland foraging bats. A system of using two alternating quasi-FC pulses in foraging has been recorded in several emballonurids, including *Cormura brevirostris* (with three alternating frequencies), *Peropteryx macrotis*, *Saccopteryx bilineata* and *S. leptura* (BISCARDI *et al.*, 2004; KALKO, 1995). There are several suggestions for the function of this alternation, including a social or anti-jamming function (HABERSETZER, 1981; KOSSL *et al.*, 1999), in increasing

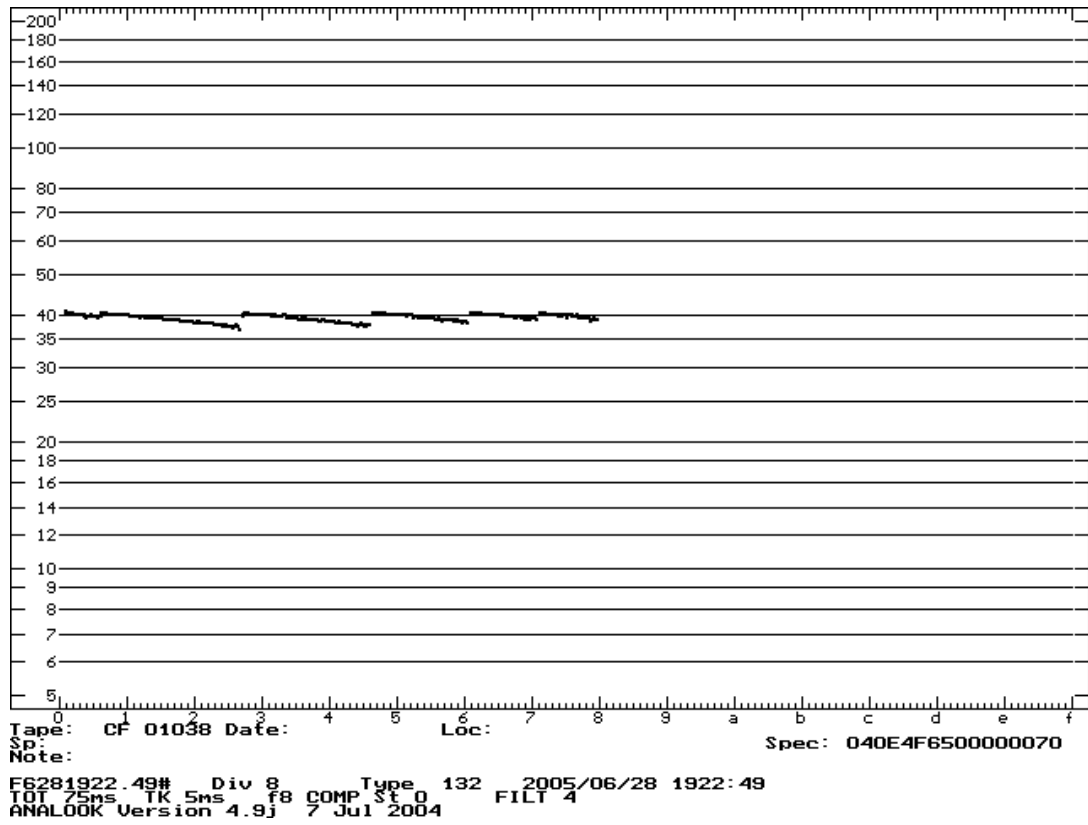
Fig. 1: Seychelles sheath-tailed bat calls recorded on Silhouette island.



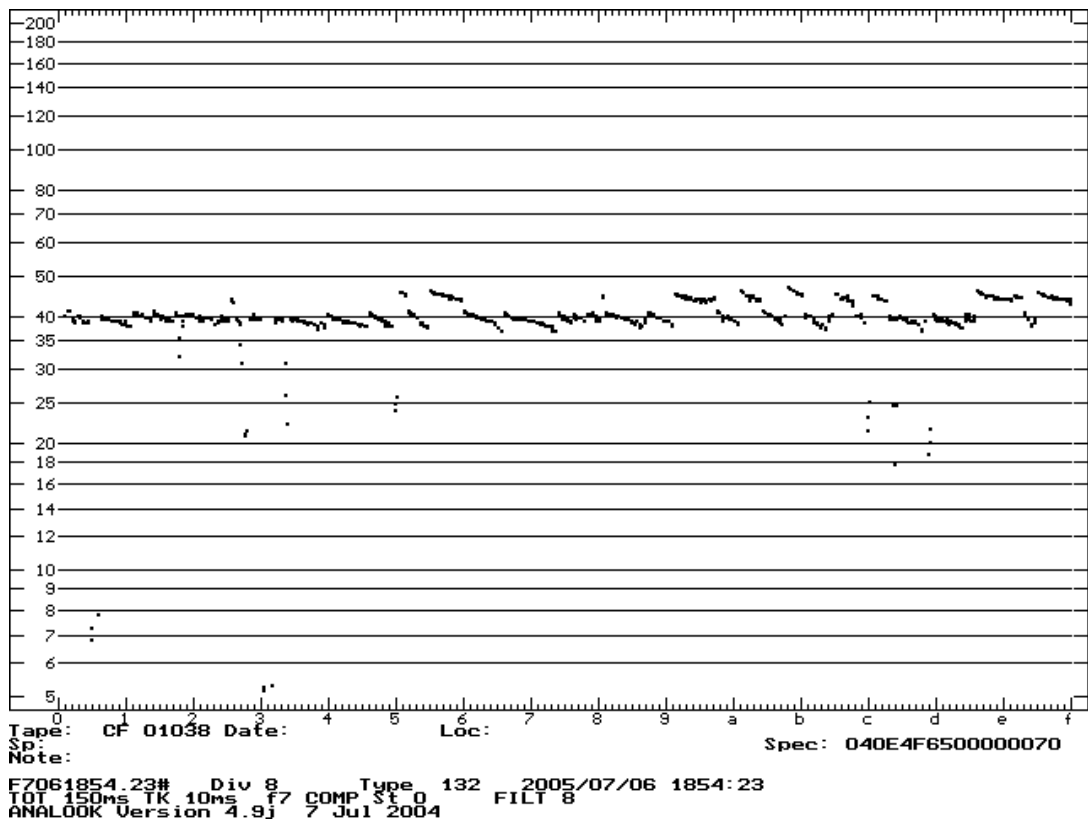
a) social calls



b) orientation calls in caves

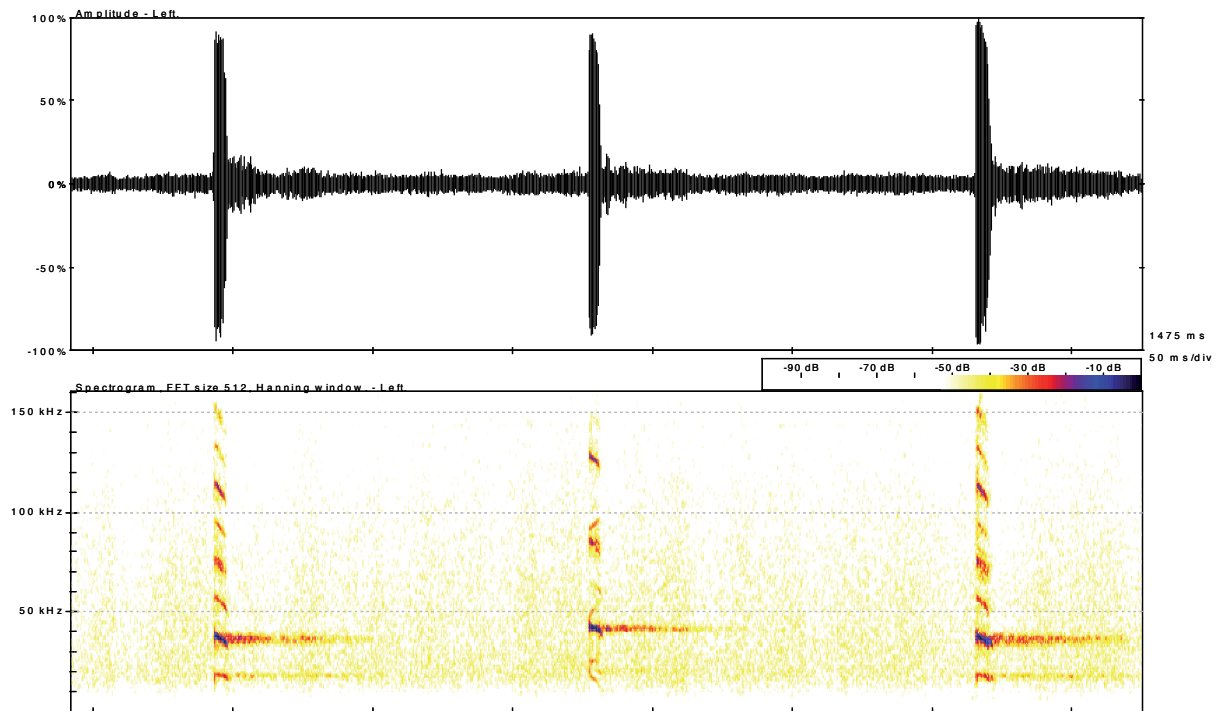


c) orientation calls in the open

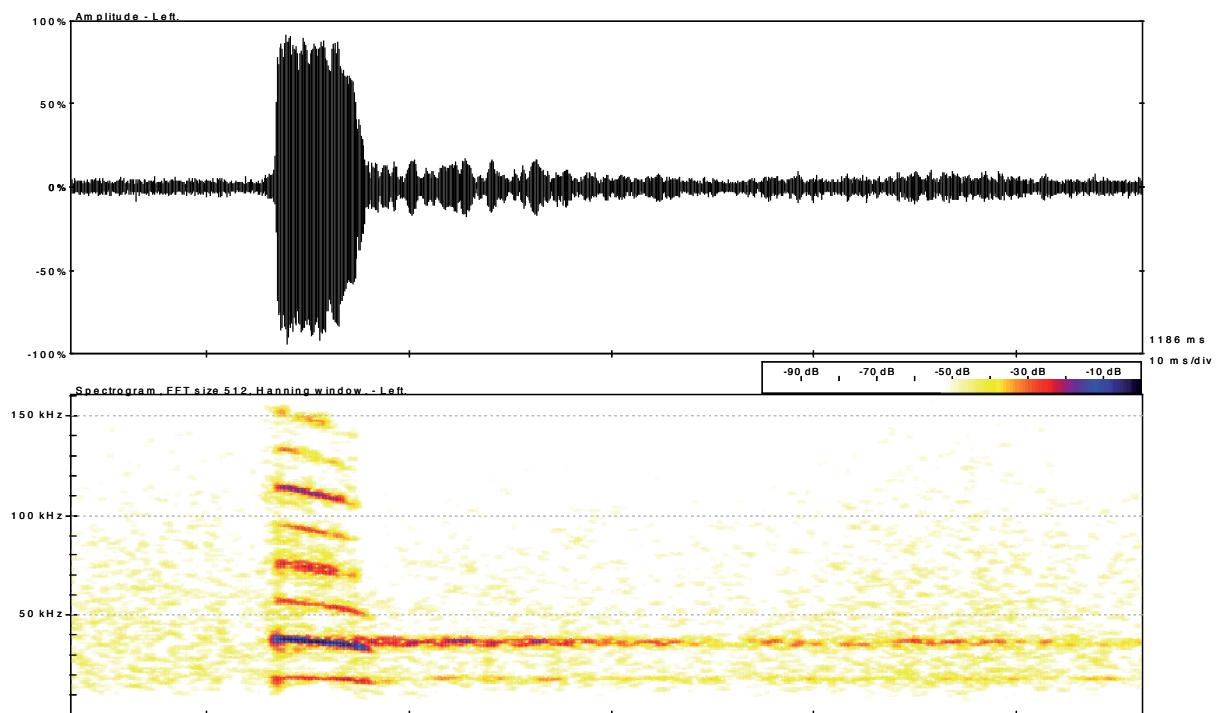


d) foraging calls

Fig. 2: Seychelles sheath-tailed bat calls recorded on Mahé (analysis provided by Frédéric Leblanc), top - oscillogramme, bottom - spectrogramme

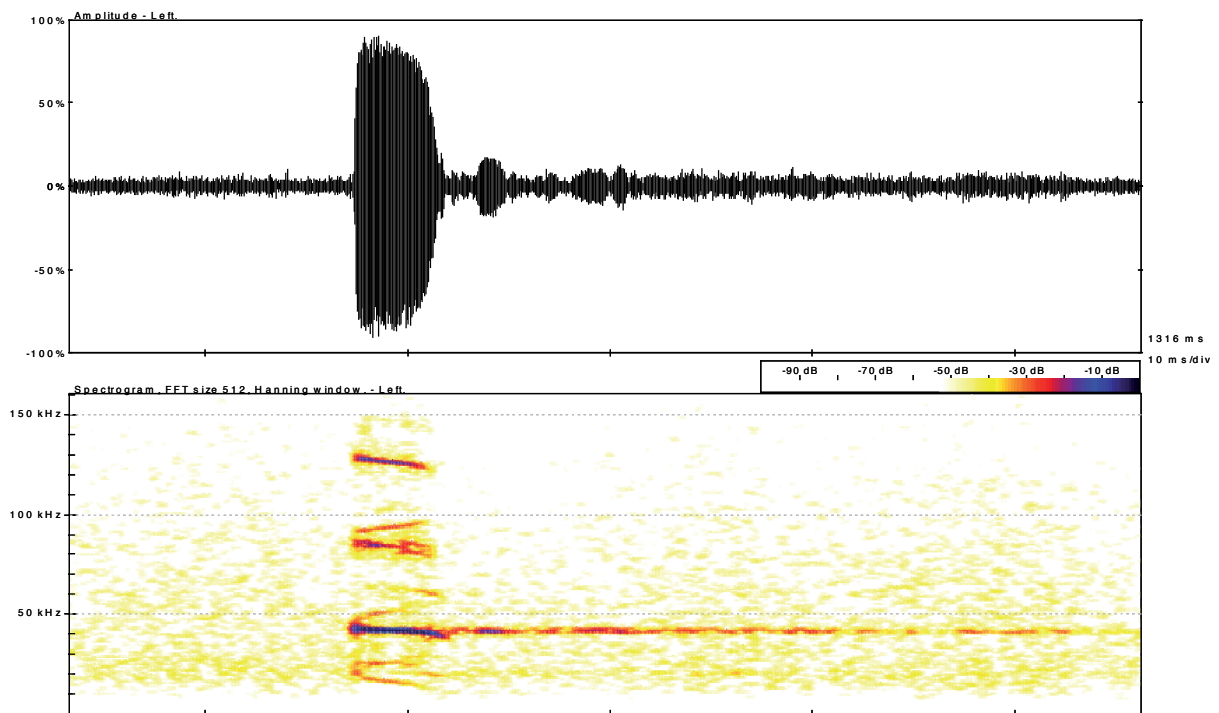


a) Foraging sequence

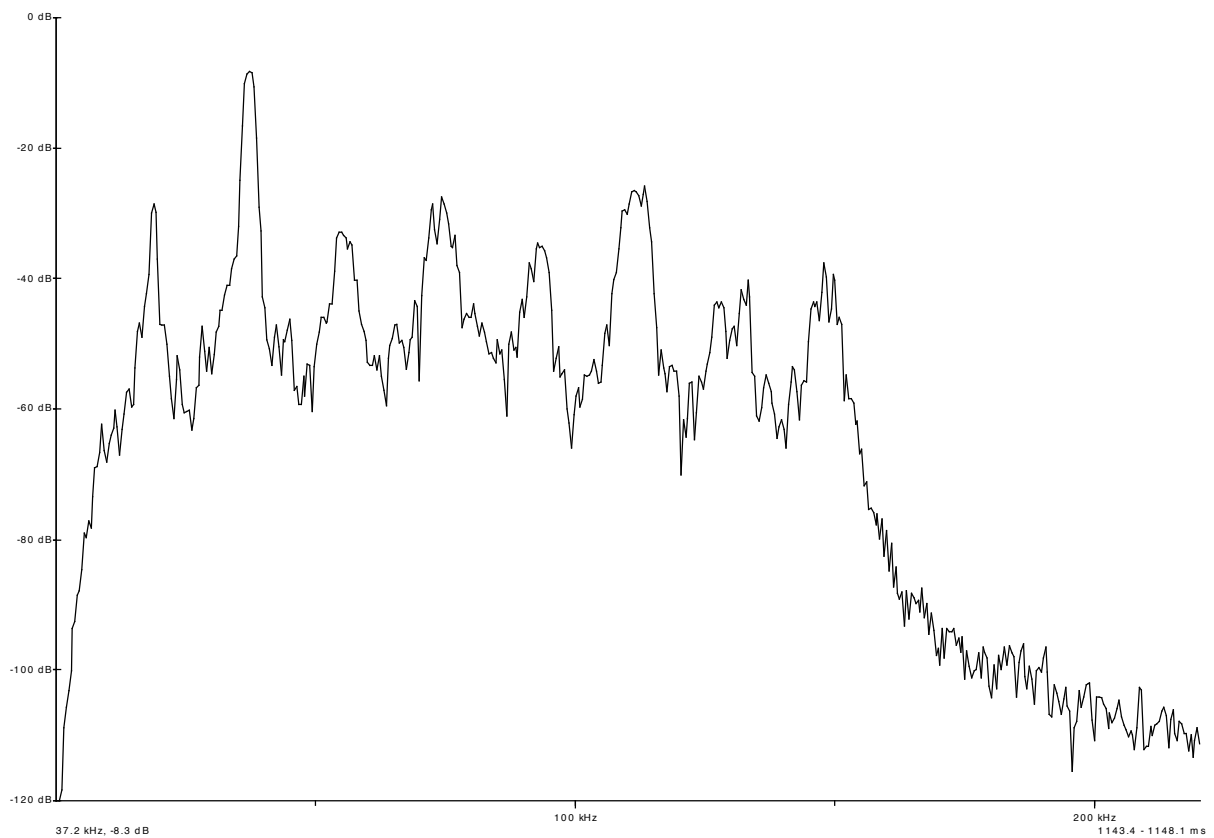


b) First signal of an alternating sequence

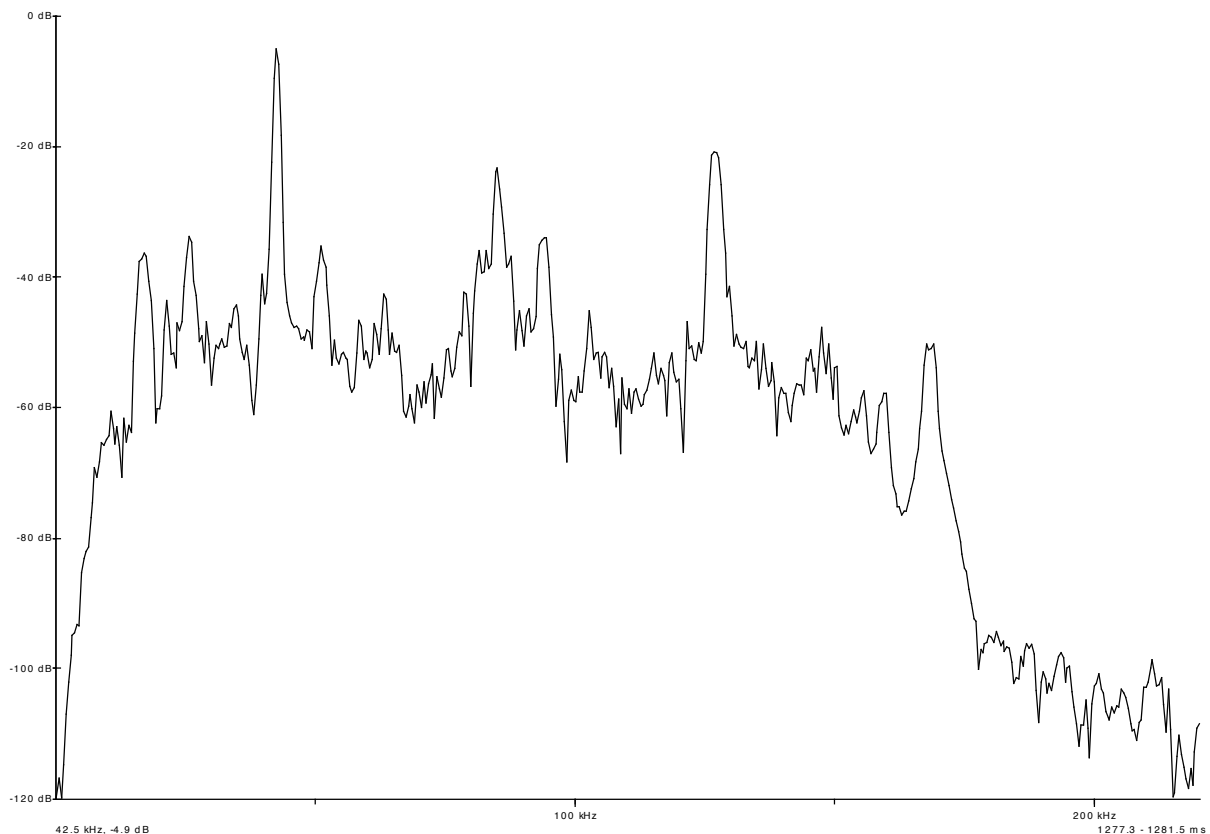




c) Second signal of an alternating sequence



d) Spectral density of the first alternating signal (zero crossing frequency 37.2 kHz)



e) Spectral density of the second alternating call (zero crossing frequency 42.5 kHz)

detection distance (FENTON *et al.*, 1998; HELLER, 1989, 1995; WEID & VON HELVERSEN, 1987), detection of different sized prey (HELLER, 1989, 1995), increase bandwidth to facilitate identification (HELLER, 1995) or to combine prey detection and navigation (DENZINGER *et al.*, 2001; HELLER, 1989; PARSONS *et al.*, 2001; SCHNITZLER & KALKO, 1998; KINGSTON *et al.*, 2003; BARCLAY, 1983; KALKO, 1995). In the latter hypothesis one tone would be used as a general navigational sonar, whilst the other is the hunting system, pre-compensated for the bat's flight speed. A similar two-tone call has been recorded for *Coleura afra*. Confined flying *C. afra* produce frequency modulated (FM) calls and a single frequency CF call in the roost foraging appears to use the basic CF frequency from the roost with the addition of a second harmonic (HALLS, undated). CF calls are thought to be effective in detecting moving objects in cluttered environments (PAVEY *et al.*, 2001).

The calls described above are typical of those used by emballonurid bats (BARATAUD, 2004). Their comparatively simple facial, laryngeal and auditory morphology is associated with relatively basic echolocatory properties. Call alternation in emballonurids, including *C. seychellensis*, has been suggested to be a specialization to facilitate feeding on tympanate moths (BARATAUD, 2004). This does not

appear to be a significant component of the behaviour in *Coleura seychellensis* as call alternation is used only within complex habitats and the diet contains only a small proportion of tympanate species (GERLACH, 2004).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

In undertaking this research I am grateful for support from Conservation International. I am grateful to Frédéric Leblanc for allowing me to make use of his unpublished analysis of the *Coleura seychellensis* calls from Mahé, and to Michel Barataud and Philippe Favre for bringing them to my attention.

#### REFERENCES

- BARATAUD, M. 1996. *The world of bats*. Sittelle Publishers, Mens.
- BARATAUD, M. 2004. Relationship of *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) sonar with its habitat and prey. *Le Rhinolophe* 17: 87-100.
- BARCLAY, R.M.R. 1983. Echolocation calls of emballonurid bats from Panama. *Journal of Comparative Physiology, A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 151: 515-520.

- BISCARDI, S., J. ORPRECIO, M.B. FENTON, S. TSOAR & S.A. RATCLIFFE. 2004. Data, sample sizes and statistics affect the recognition of species of bats by their echolocation calls. *Acta Chiropterologica* 6: 347-363.
- BOGDANOWICZ, W., M.B. FENTON & K. DALESZCZYK. 1999. The relationships between echolocation calls, morphology and diet in insectivorous bats. *Journal of Zoology* 247: 381-393.
- BURGESS, H. & N. LEE. 2004. A behavioural study of the Silhouette sheath-tailed bat *Coleura seychellensis*. *Phelsuma* 12: 69-77.
- DENZINGER, A., B. SIEMERS, A. SCHAUB & H.-U. SCHNITZLER. 2001. Echolocation by the barbastelle bat, *Barbastella barbastellus*. *Journal of Comparative Physiology, A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 187: 521-528.
- FENTON, M.B. 1985. *Communication in the Chiroptera*. Indiana University Press, Bloomington.
- FENTON, M.B., C.V. PORTFORS, I.L. RAUTENBACH & J.M. WATERMAN. 1998. Compromises: sound frequencies used in echolocation by aerial-feeding bats. *Canadian Journal of Zoology* 76: 1174-1182.
- GANNON, W.L., R.E. SHERWIN, T.N. DE CARVALHO & M.J. O'FARRELL. 2001. Pinnae and echolocation call differences between *Myotis californicus* and *M. ciliolabrum* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Acta Chiropterologica* 3: 77-91.
- GERLACH, J. 2004. The bats of Silhouette island, Seychelles. *Phelsuma* 12: 78-90.
- HABERSETZER, J. 1981. Adaptive echolocation sounds in the bat *Rhinopoma hardwicki*. *Journal of Comparative Physiology, A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 144: 559-566.
- HALLS, H. undated. *Chiropteran Bioacoustics or Bats, Communication and Echolocation. Introduction*. <http://www.brunel.ac.uk/~ibsrjah/>
- HELLER, K.-G. 1989. The echolocation calls of Malaysian bats. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 54: 1-8.
- HELLER, K.-G. 1995. Echolocation and body size in insectivorous bats: the case of the giant naked bat *Cheiromeles torquatus* (Molossidae). *Le Rhinolophe* 11: 27-38.
- HUIHUA, Z., Z. SHUYI, Z. MINGXUE & Z. JIANG. 2003. Correlations between call frequency and ear length in bats belonging to the families Rhinolophidae and Hipposideridae. *Journal of Zoology* 259: 189-195.
- JOUBERT, F. 2004. A preliminary investigation into the general ecology, status and habitat of the Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis* (Emballonuridae). *Phelsuma* 12: 54-68.
- KALKO, E.K.V. 1995. Echolocation signal design, foraging habitats and guild structure in six neotropical sheath-tailed bats (Emballonuridae). *Symposia of the Zoological Society of London* 67: 259-273.
- KALKO, E. K.V. & H.U. SCHNITZLER. 1993. Plasticity in echolocation signals of European pipistrelle bats in search flight: implications for habitat use and prey detection. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 33: 415-428.
- KINGSTON, T., G. JONES, Z. AKBAR & T.H. KUNZ. 2003. Alternation of echolocation calls in 5 species of aerial-feeding insectivorous bats from Malaysia *Journal of Mammalogy* 84: 205-215.
- KOSSL, M., E. MORA, F. CORO & M. VATER. 1999. Two-toned echolocation calls from *Molossus molossus* in Cuba. *Journal of Mammalogy* 80: 929-932.
- MICKLEBURGH, S., A. HUTSON & W. BERGMANS. 2004. *Coleura seychellensis*. In: IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>
- MOSS, C.F. & A. SURLYKKE. 2001. Auditory scene analysis by echolocation in bats. *Journal of the Acoustic Society of America*. 110: 2207-2226.
- NEUWEILER, G. 1989. Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution* 4: 160-166.
- NEUWEILER, G. 1990. Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiological Reviews* 79: 615-641.
- NICOLL, M.E. & J.M. SUTTIE. 1982. The sheath-tailed bat, *Coleura seychellensis* (Chiroptera: Emballonuridae) in the Seychelles islands. *Journal of Zoology, London* 197: 421-426.
- PARSONS, S., A. BOONMAN, T. KINGSTON & G. JONES. 2001. Frequency alternation by echolocating bats: signal structure and function. *Bat Research News* 42: 114.
- PAVEY C.R., J.-E. GRUNWALD & G. NEUWEILER. 2001. Foraging habitat and echolocation behaviour of Schneider's leaf-nosed bat, *Hipposideros speoris*, in a vegetation mosaic in Sri Lanka. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 50: 209-218.
- SCHNITZLER, H.-U. & E.K.V. KALKO. 1998. How echolocating bats search and find food. In: KUNZ, T.H. & RACEY, P.A. (eds.). *Bat biology and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington DC: 183-196.
- WEID, R. & O. VON HELVERSEN. 1987. Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. *Myotis* 25: 5-27.

## Social vocalisations in the Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis*

Justin Gerlach

133 Cherry Hinton Road, Cambridge CB1 7BX, U.K. E-mail : jstgerlach@aol.com

**Abstract.** Social vocalisations of the Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis* are described from observation made during the breeding season. Four main call types used in social situations were recorded. These vary from simple screech calls used in aggressive or distressed contexts to appeasement and male ‘song’. Juveniles used a combination of high pitched screeches and appeasement calls to attract lactating females. Males ‘song’ was basic in form, consisting of a single repeated syllable. Individual variation in this syllable was detected in frequency and duration, this allows individual recognition.

**Key words:** *Coleura seychellensis*, Emballonuridae, Seychelles, Silhouette, social behaviour

Vocal communications is an important feature of many vertebrate social interactions. In Microchiropteran bats vocalisations are used in mating displays (SLUITER & VAN HEERDT, 1966; WICKLER & SEIBT, 1976; BRADBURY, 1977), territorial defence (BRADBURY & EMMONS, 1974; BARLOW & JONES, 1997; DAVIDSON & WILKINSON, 2004) and extensive repertoires of social calls may exist, allowing individual discrimination (BOUGHMAN & WILKINSON, 1998). However, this has been investigated in only a small number of species, mostly in a laboratory context (NELSON, 1964; BROWN, 1976; BARCLAY *et al.*, 1979; PORTER, 1979; BROWN *et al.*, 1983; DAVIDSON & WILKINSON, 2004). The most extensively studied species, *Saccopteryx bilineata*, has complex calls, including male song. Although social calls have been identified in this species and in some other Emballonuridae species very few species have been studied in their roosts. The present paper reports on the social interactions within the largest known roost of the Critically Endangered Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis*. Vocalisations used by *C. seychellensis* in foraging and navigation have been reported elsewhere (GERLACH, 2008) but social behaviour and communication in this species has not been studied previously.

*Coleura seychellensis* has been reported to form harem groups of approximately 6 females, guarded by a single male (NICOLL & SUTTIE, 1982). This is similar to the description of roost behaviour in the congeneric African *C. afra*. *C. afra* forms large colonies in cave systems (over 50,000 individuals in some cases), within these roosts bats sometimes form small clusters of up to 20 individuals, solitary individuals occur rarely and are usually males. Most clusters appear to be female groups with a single male, sometimes with satellite males on

the periphery. There is a short period of competition between males for control of these clusters during short synchronous breeding events. Otherwise there is little social interaction within the roost (MCWILLIAM, 1987).

During research into the ecology and conservation requirements of *Coleura seychellensis* data were gathered on the behaviour of bats within the roost, in particular their social interactions and communication.

### METHODS

In 2006 a monitoring video camera was installed in the largest known roost of *Coleura seychellensis*, at La Passe, Silhouette island (this roost is described in GERLACH, 2004). Data from the camera were recorded at least once a month from September 2006. In December 2006 this was combined with recording of ultrasound calls within the roost recorded using the Anabat II bat detector and ZCAIM storage system. 52 hours of video and sound data were recorded. Recorded calls and observations of interactions were grouped into recognisable categories. Calls were initially divided into two main categories (after GERLACH, 2008):

1. Social calls - vocalisations made by a bat and directed at another bat (observed during recording), with no clear regular pulse repetition; complex calls covering a wide frequency range (typically 12-40 kHz), with a significant audible component (at around 5 kHz).
2. Orientation within the roost - broadband frequency modulated (FM) calls (16.6-41.0 kHz) with a characteristic upsweep followed by a downsweep, produced by bats flying within the roost.

Further subdivisions were made of the social calls based on the frequency range, characteristic frequency and duration through analysis using Analook (CORBEN, 2000). The characteristic frequency is the frequency at the point of the lowest slope of the call, usually produced towards the terminal part of the call (excluding any initial and terminal downsweeps). This frequency is consistent between calls and has low variability.

Film of the bats was synchronised with the sound recordings in order to interpret the communication and behaviour.

## RESULTS

Interactions within the roost could be divided into five main categories:

1. Calling - bats performing calling behaviour held onto the roost ceiling with all four limbs, the mouth could be seen to be open and the head usually moved in a scanning motion. Some, but not all, calls appeared to be directed at a single individual.
2. Aggression - bats vigorously pushing each other with their wings, calling frequent
3. Grouping - bats moving towards other individuals, and pulling them, often leading to clustering, usually silent
4. Suckling - juvenile bat suckling from an adult female, silent
5. Begging - juvenile bat following an adult female, calling repeatedly

Four of these interactions were associated with distinct calls (behaviours 1, 2, 3 and 5). The identified calls,

their characteristics and the associated behaviours are summarised in Table 1 and Fig. 1. Foraging pulses were not normally recorded in the roost (one single observation) and navigation calls did not involve any social context.

These call types were recorded throughout the day when bats were resident within the roost. In December bats were present in the roost throughout the night (5 non-flying juveniles, 2 flying juveniles and 2-4 adults), these bats produced only sweeps, with occasional screeches and navigational calls made either by these bats or additional returning adults. No identifiable social calls were recorded at night.

## DISCUSSION

The majority of calls recorded in the present study are basic in structure and apparently also in function (primarily navigation or social spacing). Nocturnal communications in the roost were all of this type; the more complex calls were only recorded during daylight when the full colony was present in the roost. The foraging pulses were only recorded away from the roost, with the exception of a single call made by a flying bat returning to the roost at night. The characteristics of this type of call and the navigational calls are described elsewhere (GERLACH, 2008).

These social call types correspond to categories identified in similar social contexts in other studies. PFALZER & KUSCH (2003) identify type B 'trills' (call type 2, Table 1) as representing 'increased irritation' between individuals, including between mothers and young. Type C 'cheeps' (call type 3, Table 1) have been identified as identification calls between females and their young with variability allowing individual identification. This call

Table 1: Call types, frequency (kHz) given as minimum-mean-maximum.

Call type	Characteristics	Frequency	Characteristic frequency	duration (ms)	context
1. Pulses	Shallow quasi CF	36.4-40.1-44.0	38.1-43.0	1.0-1.3	foraging
2. Sweeps	Steep pulses, 'trill' or short FM tone	23.4-24.3-26.2	23.4-24.9	1.7-2.1	aggression
3. Screech	CF	24.7-26.6-29.4	25.1-27.6	1.1-2.3	begging approach
	CF	40.8-41.4-42.2	41.2-41.4	1.2-1.3	begging, rejected
4. Broad sweeps and screech-inverted-V calls	Quasi CF pulses and FM tones	37.8-44.3-49.1	44.2-44.4	3.2-7.3	interaction, begging
5. Navigation call	FM tone rising then falling steeply	33.2-4.31-49.1	40.6-44.4	1.7-7.3	Flying or walking in roost
6. Song	Complex call of short FM-tones	35.9-38.3-45.0	38.1-43.7	1.0-6.1	male calling

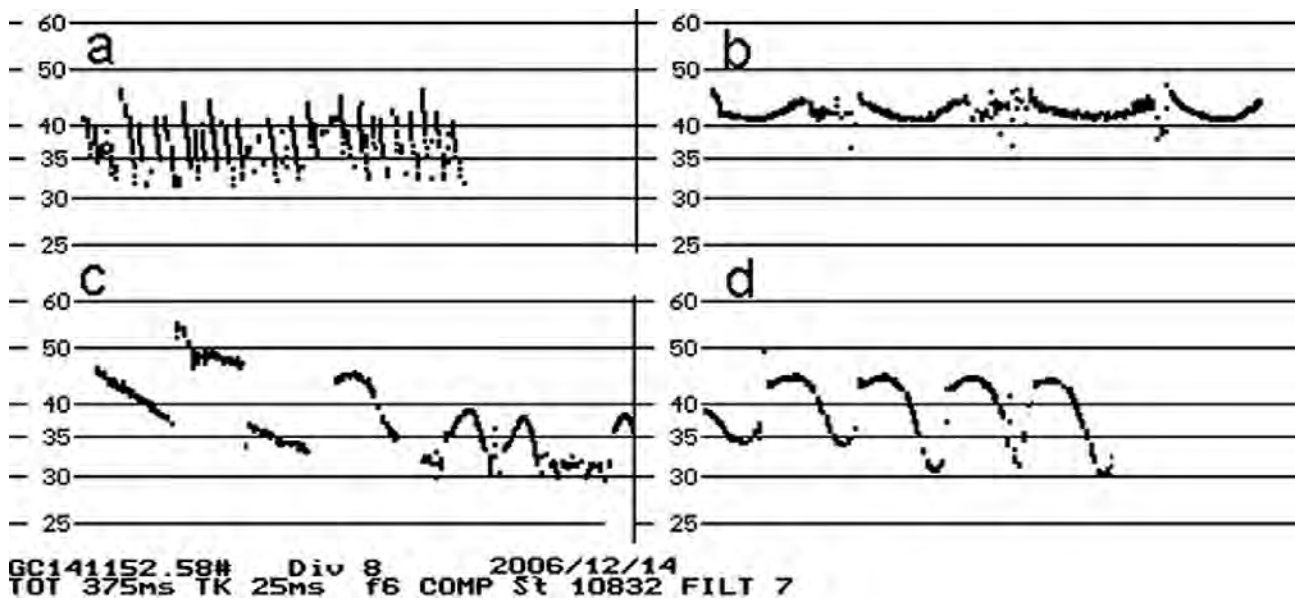


Fig. 1: Social calls of *C. seychellensis*  
 a) agonistic sweeps; b) begging screech; c) begging sweep; d) male song

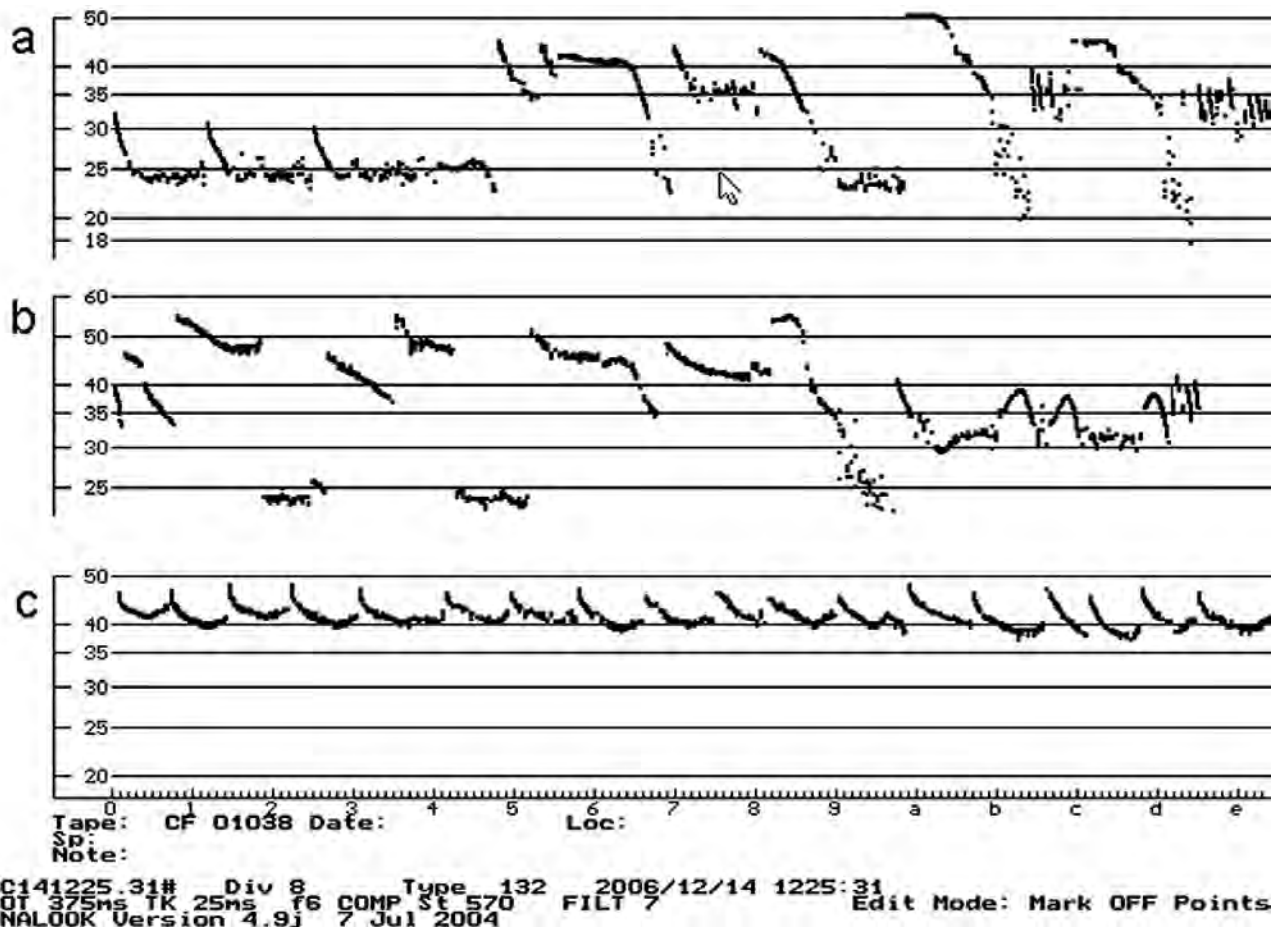


Fig. 2: Effects of acceptance and rejection on begging juveniles  
 a) approach; b) accept; c) rejection

may also be used by males to attract females and between mothers and young when foraging. Type D song (call type 5, Table 1) was considered by PFALZER & KUSCH (2003) to be used by males to attract females.

Calls associated with agonistic behaviour comprise sweeps and screeches. Sweeps are low frequency narrowband FM calls of short duration; these will provide little information in a spatial context and serve to convey information when bats are disputing position within a cluster. Frequent sweeps were recorded when a bat tried to join a cluster, disturbing the bats within it. Screeches were recorded in a similar context but where more aggression was involved, such as when a bat tried to join a cluster but was repulsed. The screech call appears to be an exaggeration of the sweep, having a similar frequency and shape, but being broader, more varied and less well defined. This call was most frequently recorded when juveniles were approaching adult females. Juveniles approaching females called at 37.3-39.2kHz (1.8ms duration) combined with short FM tones. Rejection of this approach (shown by the female moving away from the begging juvenile) was followed by the juvenile raising its call frequency (Fc 41.2 compared to 25.1-27.6) and reducing the duration of calls (1.2 ms compared to 1.1-2.3 ms) through omission of the FM tones. Females rejecting juveniles remained silent, those accepting the juvenile responded with screech calls at the normal frequency (Fig. 2). This call was also used by females making unsolicited approaches to juveniles.

The screech call shows some resemblance to the broad sweeps characteristic of more complex social interactions. Broad sweeps are broadband calls of comparatively long duration. These were expressed by bats attempting to join clusters and by bats actively rejecting such attempts. These interactions involved aggressive behaviour (using wings to push and pull the other bat) and were only observed between males. Prolonged agonistic interaction results in the calls becoming more complex and with long harmonic tones (Fig. 5). A more ritualised interaction between males was observed when song was recorded. The full song of *C. seychellensis* were produced by males in a stereotypical posture (Fig. 3). A simplified form was produced when hanging by the hind feet. These bats



Fig. 3: Song posture of male *C. seychellensis*

were either roosting solitarily or on the edge of a cluster. Males approached existing groups by landing 15-30 cm away, calling and then approaching closer to the group. They may move directly into the group which remains silent, or may call from a position 5-10 cm from the group. This repeated calling is associated with significant colony disturbance with screeches from within the group and other clusters. In this context the song appears to be directed at the flying bats, rather than at the group, and may serve to discourage the approach of other males. When the disturbance reduces screeching and song are replaced by the interactive sweep calls and the male joins the group. Individual variation in full song was detected in the degree of development of the initial upsweep, characteristic frequency and duration (Fig. 4, Table 2).

The findings of the present study are in accordance with findings of other studies of emballonurid bats. The calls of *C. seychellensis* are less complex than those reported for *Saccopteryx bilineata* (DAVIDSON & WILKINSON, 2002) but correspond to the same call types and social significance. From the few studies available it appears

Table 2: Male song variation

Fig.	Frequency range (kHz)	Frequency mean	Characteristic frequency	duration (ms)
4a	37.8-43.9	40.0	39.2	6.1
4b	35.9-41.0	38.6	38.3	3.2
4c	37.0-41.8	38.6	38.7	5.1
4d	35.9-41.0	38.6	38.3	3.2
4e	35.9-41.8	40.3	40.0	4.0
4f	33.6-40.5	38.6	38.8	5.1

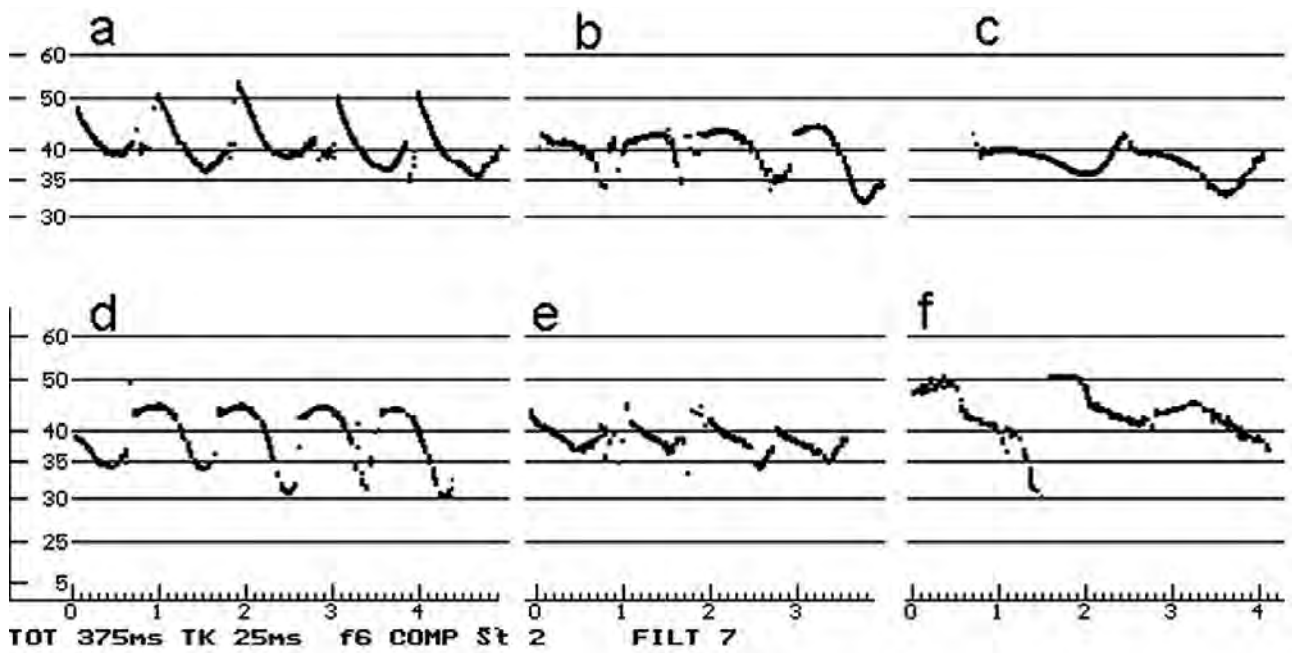


Fig. 4: Variation in male song elements; a-f) individual variations in typical song

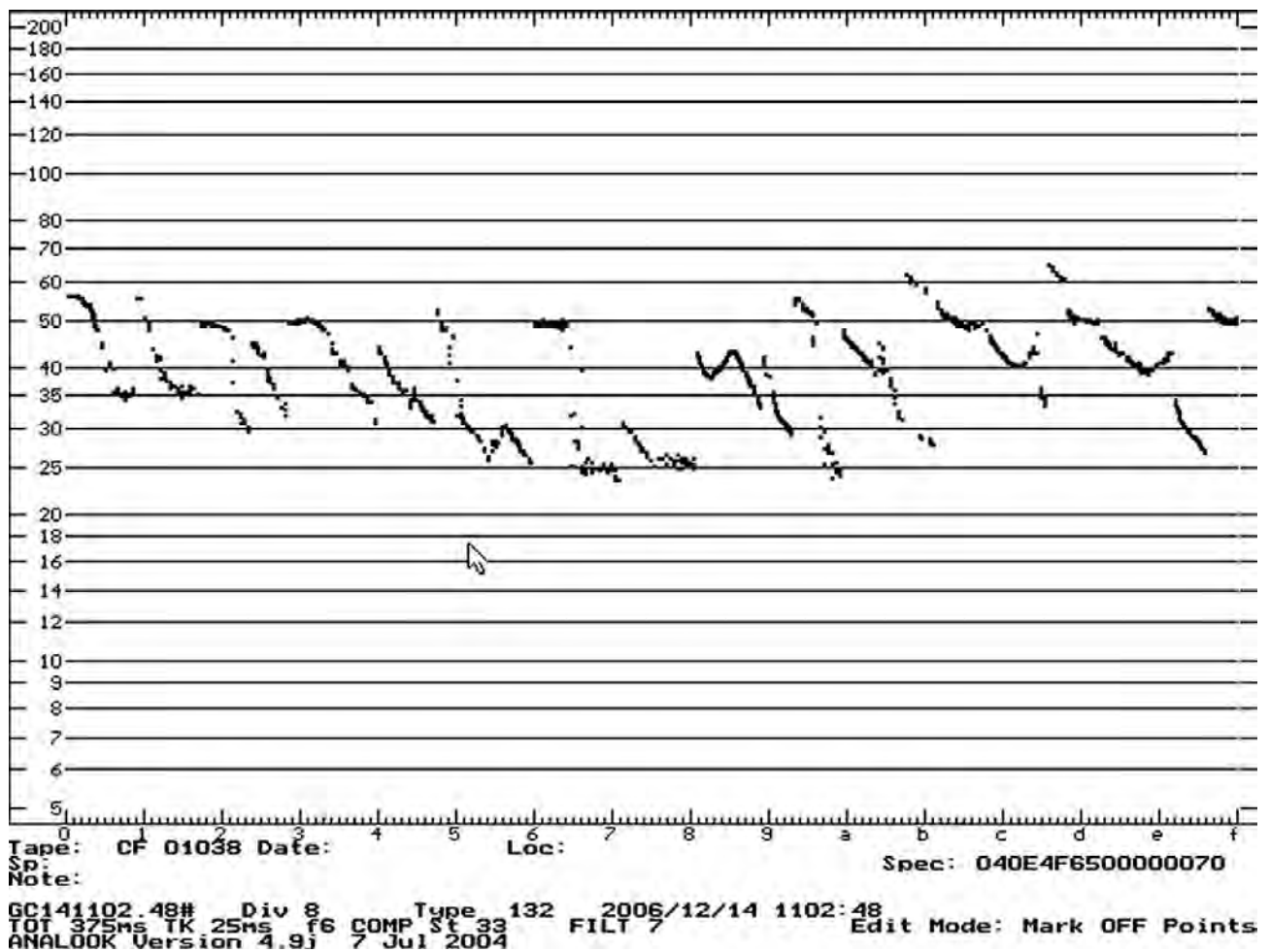


Fig. 5: Conflict between two males showing partial overlay of distinct song elements



that *S. bilineata* has an unusually complex repertoire of calls, the significance of this is currently unknown. As hypothesized by OWINGS & MORTON (1998) the FM tones of the juvenile appeasement ('begging') call is structurally similar to the elements of the male song. The song shows individual variation, with six individual calls being identified within the roost. At this time the colony numbered 20 individuals, including 6-7 males. These males moved between groups within the roost although only one male at a time was recorded within a group. It appears that during the breeding season *C. seychellensis* groups are composed of females and juveniles, associated with a single adult male as suggested by NICOLL & SUTTEE (1982). However, the males do not defend fixed territories but associated temporarily with females. This may be a practical mate guarding strategy in this species where groups are small and highly mobile; males cannot monopolise females for long periods but by excluding other males from the group they increase their chance of mating with any females that become reproductively receptive during the time that the male is in association. In the absence of fixed territories there is no possibility of true territorial song developing (as in the display songs of *S. bilineata*) and only the most stereotypic song elements are required.

## REFERENCES

- BARCLAY, R. M. R., M. B. FENTON & D. W. THOMAS. 1979. Social behavior of the little brown bat, *Myotis lucifugus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 6: 137-146.
- BARLOW, K. E. & G. JONES. 1997. Differences in song-flight calls and social calls between two phonic types of the vespertilionid bat *Pipistrellus pipistrellus*. *Journal of Zoology, London* 241: 315-324.
- BOUGHMAN, J.W. & G.S. WILKINSON. 1998. Greater spear-nosed bats discriminate group mates by vocalizations. *Animal Behaviour* 55: 1717-1732.
- BRADBURY, J.W. 1977. Social organization and communication. In: WIMSAT, W.A. (Ed.) *Biology of Bats*. Academic Press, New York, 3: 1-73.
- BRADBURY, J. W. & L. H. EMMONS. 1974. Social organization of some Trinidad bats. I. Emballonuridae. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 36: 137-183.
- BROWN, P. 1976. Vocal communication in the pallid bat, *Antrozous pallidus*. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 41: 34-54.
- BROWN, P.E., T.W. BROWN & A.D. GRINNELL. 1983. Echolocation, development, and vocal communication in the lesser bulldog bat, *Noctilio albiventris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 13: 287-298.
- CORBEN, C. 2000. *Analook*. Bat call analysis system. Version 4.8f
- DAVIDSON, S.M. & G.S. WILKINSON. 2002. Geographical and individual variation in vocalizations by male *Saccopteryx bilineata* (Chiroptera: Emballonuridae). *Journal of Mammalogy* 8: 526-535
- DAVIDSON, S.M. & G.S. WILKINSON. 2004. Function of male song in the greater white-lined bat, *Saccopteryx bilineata*. *Animal Behaviour* 67: 883-891.
- GERLACH, J. 2004. The bats of Silhouette island, Seychelles. *Phelsuma* 12: 78-90.
- GERLACH, J. 2008. Vocalisations of the Seychelles sheath-tailed bat *Coleura seychellensis*. *Le Rhinolophe* 18: 17-24
- MCWILLIAM, A. N. 1987. Territorial and pair behaviour of the African false vampire bat, *Cardiaderma cor* (Chiroptera: Megadermatidae), in coastal Kenya. *Journal of Zoology* 213: 243-252.
- NELSON, J.E.W. 1964. Vocal communication in Australian flying foxes (Pteropodidae; Megachiroptera). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 27: 857-870.
- NICOLL, M.E. & J.M. SUTTEE. 1982. The sheath-tailed bat, *Coleura seychellensis* (Chiroptera: Emballonuridae) in the Seychelles islands. *Journal of Zoology, London* 197: 421-426.
- OWINGS, D. H. & E. S. MORTON. 1998. *Animal Vocal Communication: a New Approach*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PFALZER, G. & J. KUSCH. 2003. Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *Journal of Zoology* 261: 21-33.
- PORTER, F. L. 1979. Social behavior in the leaf-nosed bat, *Carollia perspicillata*. I. Social organization. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 49: 406-417.
- SLUITER, J. W. & P. F. VAN HEERDT. 1966. Seasonal habits of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Archives Neerlandaise de Zoologie* 16: 432-439.
- WICKLER, W. & U. SEIBT. 1976. Field studies of the African fruit bat *Epomophorus walhbergi* (Sunderall) with special reference to male calling. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 40: 345-376.

## A new species of bat (*Pipistrellus pygmaeus*) confirmed for Mallorca

Richard A. Green<sup>1</sup> & Nick J. Riddiford<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Springcombe Cottage, West Hill Road, West Hill, Devon EX11 1TP, England richardagreen@tiscali.co.uk

<sup>2</sup> The Albufera Initiative for Biodiversity, Schoolton, Fair Isle, Shetland ZE2 9JU, Scotland taib@mallorcaweb.net

**Abstract.** Bat survey investigations were undertaken in the Parc Natural de s'Albufera, Mallorca, in 2001 and 2002 as part of The Albufera International Biodiversity project. The presence of *Pipistrellus pygmaeus* was confirmed by time expansion bat detector sonogram recordings and by physical examination of 16 bats of the species caught. Although *Pipistrellus pipistrellus* has previously been recorded in Mallorca, *P. pygmaeus* has not been confirmed since *P. pipistrellus* was shown to be two species in 1997. Recommendations are made for the conservation of the species which, because of its habitat preference, may rely on wetland biotopes.

**Key words:** Pipistrelle, *pygmaeus*, 55 kHz, Albufera, Mallorca.

### INTRODUCTION

The Albufera de Mallorca is located in the Northeast sector of Mallorca and is the largest wetland of the Balearic Islands. Habitats consist of marsh, dominated by reeds and sedges; canals, with strips of elm/poplar woodland on their banks; sand dunes; dune scrub and woodland. The importance of the site is recognised in a series of designations including Ramsar site, Special Protection Area for Birds and Special Area of Conservation under European Union Directives.

As part of The Albufera International Biodiversity group (TAIB) field visits in 2001 and 2002 some pilot bat surveys and investigations were undertaken to identify which species of bat were present in the Parc Natural and what habitats they were roosting and foraging in.

### METHODS

Three techniques were employed to determine the species of bats present and investigate their activities.

#### Bat detector surveys

Three sample transects were established to survey bat activity (Figure 1). These were walked with a Petterson D240x time expansion bat detector and recordings of time expanded calls were made on a minidisk recorder for further analysis.

The three transects were:

1. Parc entrance gate at Pont dels Anglesos to Casa Sa Roca along the Gran Canal;

2. From Casa Sa Roca along the Gran Canal, then along Cami de Ses Puntes track from Pont de Santa Margalida to the intersection between Ses Puntes and Ca'n Etxut; and
3. Through mainly open canopy pine woodland at the southeast extremity of the Parc from the Ca'n Picafort-Muro road junction in a southwesterly direction to the Parc boundary.

#### Mist netting

Mist nets were used to capture bats for physical examination and confirmation of species identification. Morphometric measurements were taken of each bat caught, including weight and right forearm length. Distinguishing features such as head, face, nose, ears, tragus, body, fur, colour, wings, legs and tail membrane were noted. Field guides and keys used to aid identification include Schober & Grimmberger (1997), Greenaway & Hutson (1990) and Stebbings (1986).

#### Roost identification

Potential roosts around the Parc, including buildings, bridges, trees and stone walls, were inspected to identify use by bats.

### RESULTS

#### Bat detector surveys

Bats considered to be *P. pygmaeus* were recorded foraging along all transects but were most abundant along the wooded banks of the Gran Canal. They were

also frequently recorded along the Cami de Ses Puntes foraging around exceptionally tall (6 m high) *Phragmites australis* reed fringing the track. Only one bat of this species was recorded foraging in the pine woodland.

One cannot always be certain in the identification of bat species using bat detectors. *P. pygmaeus* can be confused with *Miniopterus schreibersii* as they both echolocate at similar frequencies and with similar call characteristics, i.e., starting with a steep frequency modulation (FM) and ending in a constant frequency (CF; the null or peak frequency), however, *M. schreibersii* tends to have a more rapid pulse rate (0.07-0.09s pulse interval) with a peak frequency range between 50KHz and 53KHz (Barataud, 1996; Bekker *et al.*, 2002). The bats recorded above ranged in peak frequency from 52KHz to 58KHz and had a repetition rate consistent with *P. pygmaeus* (0.075-0.136s pulse interval; see Fig. 2 below).

Other bat species recorded along the respective transects included:

#### Transect 1:

- *Pipistrellus pipistrellus* foraging around trees alongside the canal (FM-CF call structure with a peak frequency of 43KHz to 48KHz and a pulse interval of 0.08-0.18s);

- *Myotis cappaccini* seen foraging just above the water surface over the Gran Canal (steep FM call structure from 47KHz to 28KHz, pulse interval 0.04-0.09s);
- *Barbastella barbastellus* foraging up and down the track alongside the canal (a two note call, the first being a steep FM from 38KHz-29KHz with a slight 'kink' and the second, 0.05s later, a short CF at 44KHz into a steep FM down to 38KHz).

#### Transect 2:

- *Pipistrellus kuhli* commuting along the track between Pont de Santa Margalida and Sa Roca (FM-CF call structure with a peak frequency of 35KHz to 40KHz);
- an unidentified suspected myotid bat and an unconfirmed but suspected *Nyctalus leislerii* foraging along the Cami de Ses Puntes track between stands of tall *Phragmites australis* reed (shallow FM sweep from 35KHz to CF at 22KHz).

#### Transect 3:

- *Tadarida teniotis* foraging over the woodland (short FM from 12KHz to CF at 10KHz);
- and a single *P. kuhli* commuting along the woodland edge by the road.

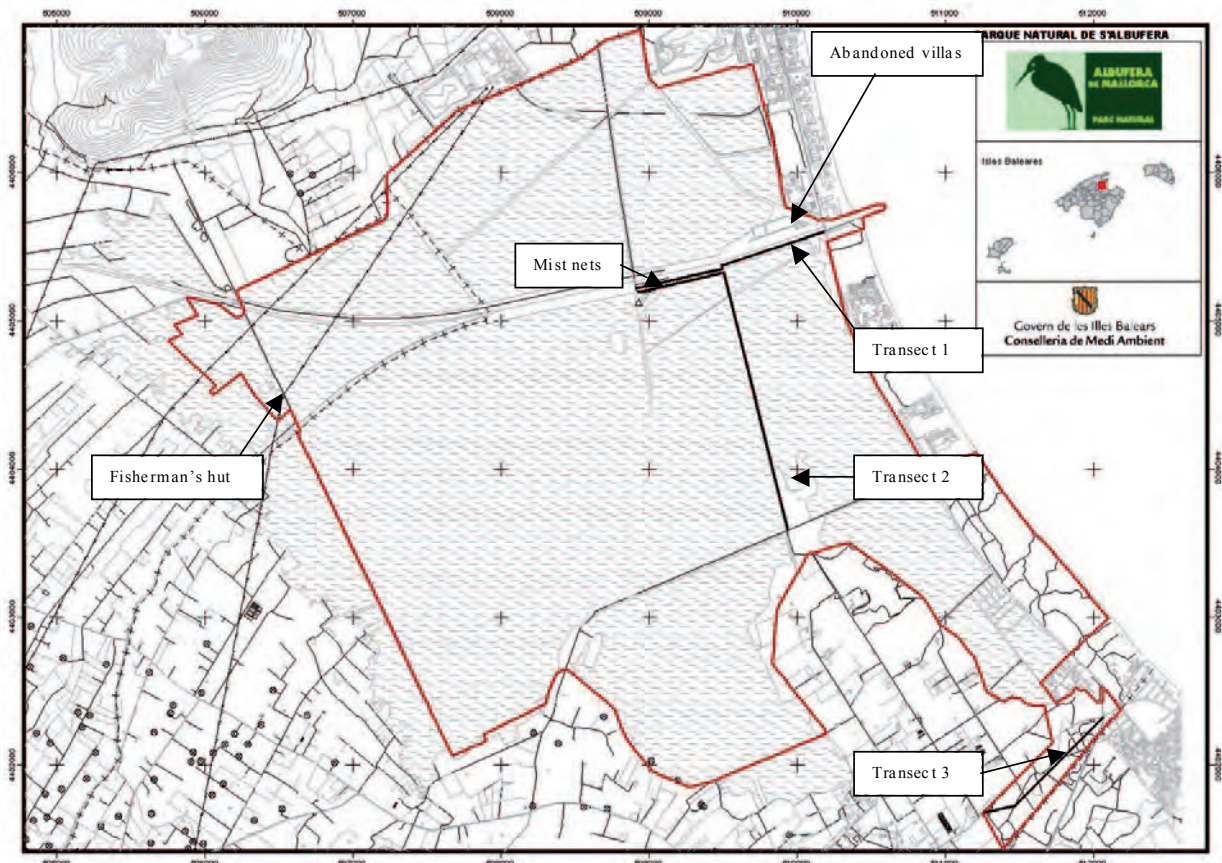


Fig. 1: S'Albufera plan, including transect, roost and mist net locations.

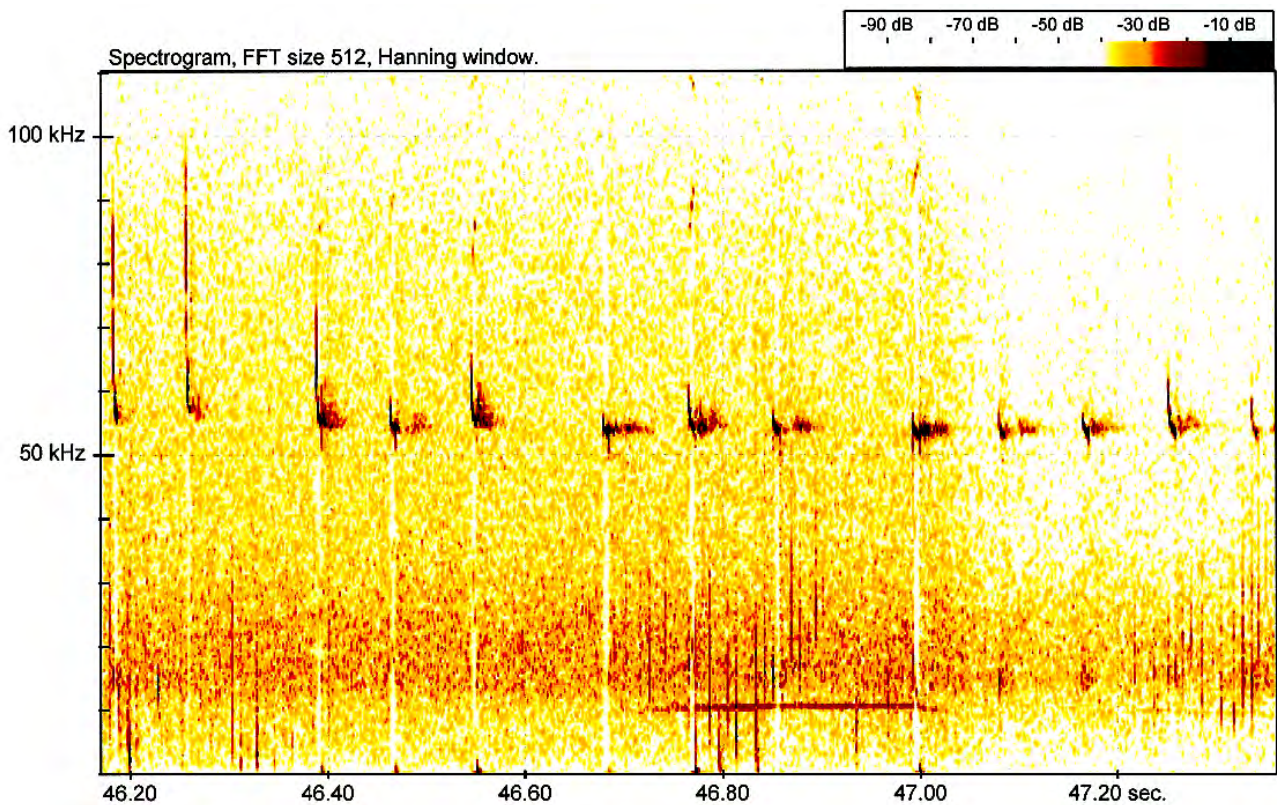


Fig. 2: Sonogram from Batsound® (Mono, 16 bits, 22050 Hz, Time exp. 10.00). Recorded 3<sup>rd</sup> May 2001.

Figure 2 shows a series of bat echolocation calls. The calls start with a steep FM sweep and end in a CF between 53KHz and 58KHz. This is considered to be *Pipistrellus pygmaeus*. A likely *Tadarida teniotis* call is also visible at 10 KHz. The stridulations of an orthopteran can also be seen around the *T. teniotis* call.

Figure 2 shows a sonogram of a bat considered to be *P. pygmaeus* recorded on 03 May 2001.

### Mist netting

Mist nets were set on paths at and adjacent to Pont de Sa Roca on four nights over the two years (see Figure 1). Tables 1-4 show details of bats caught in mist nets at Pont de Sa Roca.

Over the four nights 20 bats were caught, including 16 *P. pygmaeus* (12 males) three *B. barbastellus* (all females) and one *P. kuhli* (male).

*P. pygmaeus* bats were generally caught early in the evening with several individuals twice caught within a 15 minute period. Most bats were caught in the east side of the net, suggesting that the net was set on a well used flight route within the Parc, possibly used by bats that roost in buildings to the east, outside the Parc, as no large roosts were found inside the Parc (see below).

*P. pygmaeus* bats were identified by a combination of morphological features and measurements such as, weight (3.5-6g); right forearm length (28.5-31.3mm);

ears medium length, vaguely triangular, rounded, slightly longer than broad; tragus with distinctly blunt rounded tip, about four times long as broad, curved forward; dorsal fur short, quite sleek, uniform brown colour; ventral fur brown and slightly lighter than dorsal fur; calcar reaching well over half way to tail; distinct rounded post-calcarial lobe present; muzzle pointed rather than bulbous and facial skin pink to light brown rather than dark brown to black.

Barbastelle bats were identified by the following features: weight (8.0-9.0g); forearm length (38.9-39.5mm); ears connected across top of head; tragus very broad near base, about half height of ear, almost triangular with a fine parallel-sided tip; squat pug-like face; dorsal fur almost black with pale tips to hairs; ventral fur dark grey brown.

*P. kuhli* was identified by weight (8.5 g); forearm length (34.2 mm); ears short, vaguely triangular and rounded, outside margin with five horizontal creases; tragus with distinctly blunt rounded tip, curved forward; variable brown fur, lighter on ventral surface; free margin of the wing membrane had a well defined white stripe between the fifth finger and the foot.

Table 1 : Mist-net captures at site 1, 8<sup>th</sup> May 2001.

Time	Species	Position		Across path on north side of bridge	
		Sex	Right forearm length (mm)	Weight (g)	Notes
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♂	31.3	4.5	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♂	29.3	6.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♂	30.5	5.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.30	<i>P. kuhli</i>	♂	34.2	8.5	Pale border to trailing edge of wing
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♀	30.7	4.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♀	30.2	3.5	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.30	<i>P. pygmaeus</i>	♂	29.7	4.0	Facial skin light pinkish colour
23.00	<i>B. barbastellus</i>	♀	39.3	8.0	
23.30	<i>B. barbastellus</i>	♀	39.5	9.0	2 mites taken from wings.
23.45	<i>B. barbastellus</i>	♀	38.9	8.0	

Table 2 : Mist-net captures at site 2, 8<sup>th</sup> May 2001.

Time	Species	Position		Across path on south side of bridge	
		Sex	Right forearm length (mm)	Weight (g)	Notes
22.10	<i>P. pygmaeus</i>	♀	30.0	6.0	Facial skin light pinkish colour

Table 3 : Mist-net captures at site 1, 12<sup>th</sup> May 2001.

Time	Species	Position		Across path on north side of bridge	
		Sex	Right forearm length (mm)	Weight (g)	Notes
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	31.2	4.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	28.5	3.7	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	28.8	4.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	29.0	4.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	29.0	4.0	Facial skin light pinkish colour
21.00-21.15	<i>P. pygmaeus</i>	♂	30.3	4.0	Facial skin light pinkish colour
22.45	<i>P. pygmaeus</i>	♀	29.5	6.0	Facial skin light pinkish colour

Table 4 : Mist-net captures at site 1, 24<sup>th</sup> April 2002.

Time	Species	Position		Across path on north side of bridge	
		Sex	Right forearm length (mm)	Weight (g)	Notes
21.00	<i>P. pygmaeus</i>	♂	28.5	3.2	Facial skin light pinkish colour
21.04	<i>P. pygmaeus</i>	♂	28.5	3.7	Facial skin light pinkish colour. Left wing tear between 2 <sup>nd</sup> & 3 <sup>rd</sup> finger

### Roosts

In May 2001, bat droppings (consistent with the size, shape and colour of *Pipistrellus* droppings) were found on the external wall of a locked fisherman's hut adjacent to Torrent de Muro at the western boundary of the Parc. A subsequent emergence survey conducted with a bat detector confirmed one *P. pygmaeus* emerging from within the hut.

In April 2002, bat droppings were found beneath the deteriorating roofs of abandoned villas on the north side of the Gran Canal by the Parc entrance. These villa roofs were partially covered with warped cork tiles that offer potentially suitable bat roosts. An emergence survey was not undertaken.

There appears to be a shortage of potential roosts within the Parc, with few buildings and trees present. Stone walls are accessible to rats (both *Rattus norvegicus* and *R. rattus* are present in the Parc) and the bridge over the canals are well pointed with few suitable crevices. Nick Riddiford has previously observed *P. kuhli* roosting behind shutters on Casa Sa Roca.

### DISCUSSION

There are no known records of *P. pygmaeus* from the Balearic Islands. Alcover & Muntaner (1986) reviewed all bat records from the islands, including revisiting all the collections they could reasonably get access to in order to check the veracity of previous identifications. *P. pipistrellus* was noted as common on Mallorca and Ibiza, probably common on Menorca and present on Formentera. Gosálbez (1987) does not mention *P. pygmaeus* but does state that *P. pipistrellus* was present on Mallorca, Ibiza and Formentera in the *Natural History of the Catalan Region*. Noblet (1992) undertook survey for bats in the Parc by mist-netting and searching for roosts. He caught 11 *P. pipistrellus* bats and suggested that this was probably the most abundant species within the Parc. He also caught *M. cappaccini* (9 individuals), *Myotis nattereri* (1), *Myotis myotis* (5), *P. kuhli* (1) and *B. barbastellus* (6). He observed *M. schreibersi* (1) and *Rhinolophus hipposideros* (2) in a nearby cave. He was also certain that he heard *T. teniotis* and possibly *N. leisleri*.

It should be noted that *P. pygmaeus* had not been separated from *P. pipistrellus* at the times of these publications. However, David García, an Ibizan bat specialist, informed us that *P. pygmaeus* was not known from the Balearic Islands (D. García, pers. comm.), and urged us to publish our findings. A further search of the literature appeared to confirm the absence of records. Our surveys indicate that *P. pygmaeus* is present on Mallorca and common in S'Albufera.

Unfortunately no photographs of bats caught in mist

nets were taken but given the morphological features and measurements of the bats caught, the senior author's experience of handling this species, as well as *P. pipistrellus*, and the sonograms of bat calls, we consider that *P. pygmaeus* is present in Mallorca and, indeed, is one of the most abundant bats within the Parc. It is possible that some, if not the majority or all, of the *P. pipistrellus* bats caught by Noblet were indeed *P. pygmaeus*.

*P. pipistrellus* was only recorded on Transect 1 (five passes), although further calls were recorded in the Parc on 10<sup>th</sup> May 2001. This bat was flying around poplar trees to the east of Sa Roca. It is the authors' experience that small numbers of *P. pipistrellus* are to be found in the Parc but *P. pygmaeus* are much more abundant.

*P. pipistrellus* was recorded on another occasion outside the Parc, foraging around pines on the lower slope of a mountain outlier overlooking the Parc, where *P. pygmaeus* was apparently absent. Whilst these observations are limited, it is possible that *P. pygmaeus* on Mallorca may favour watery habitats, as has been found elsewhere in its range (ALTRINGHAM, 2003).

It is considered that most of the bats that forage within the Parc roost outside it because of the shortage of potential roosts within the Parc. Outside the Parc boundaries are many buildings offering potential roosts. A large number have pan-tile roofs, which are considered very suitable for pipistrelle bats. On one occasion in 2001, a large number of *P. pygmaeus* (between 50 and 100) were observed flying into the Parc at sunset along the Torrent de Sant Miguel.

There are many limestone caves in the mountains to the north of the Parc. At least one of these is known to be used by *M. schreibersi*, *Myotis myotis*, *M. cappaccini* and *Rhinolophus hipposideros*, although caves are not a favoured roost of pipistrelles. A timber bat house was erected on a pylon by the Parc staff in 2000 but there were no signs that it had been used by bats when inspected in 2001.

The habitats within the Parc provide an important habitat for foraging bats and particularly for *P. pygmaeus*. It is possible that the conservation and maintenance of this species in this part of Mallorca is dependent on the Parc. The species status could be affected by a number of factors including water quality and habitat management. Because of the large proportion of aquatic flies in its diet, deterioration in water quality could reduce *P. pygmaeus* numbers, whilst an improvement in water quality could increase the population.

### CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Our observations confirm the occurrence of *Pipistrellus pygmaeus* as a previously unrecorded member of the

Mallorcan fauna, as well as for the Balearic Islands. The Parc Natural de s'Albufera appears to support a reasonable population of this species. Outside the Parc its status is unknown. However, early information of its ecology elsewhere suggests that it may have a preference for wet habitats. This habitat is rare in the Balearic Islands. S'Albufera is by far the largest wetland in the Balearics. Therefore the Parc has a special responsibility for this as yet little known species. As a first step towards conserving the species at the Parc and in the Balearic Islands, we make the following recommendations:

- Retention of the trees flanking the canals within the Parc should be a priority as they are considered important for bat foraging and as avenues for commuting into and around the Parc.
- The number of bat roosts within the Parc could be increased by the provision of further bat boxes or bat houses, placed on trees or buildings around the Parc.

These two measures will also benefit other species in this important mammalian group.

Further work to confirm the presence of *P. pygmaeus* on Mallorca could involve the taking of tissue samples for DNA analysis. This however, is a rather expensive and specialised technique. Perhaps the best way of obtaining more data on *P. pygmaeus* and other bat species within the Parc and Mallorca is to continue the work of TAIB and encourage local scientists and volunteers to undertake further bat surveys by providing training on bat ecology and surveying techniques.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the various volunteers and scientists who assisted in this study. We particularly wish to acknowledge the help and contribution of Biel Perelló (Parc Technical Officer), Christine Donnelly (TAIB Scientist) and Dave Barker (TAIB Volunteer). We are also grateful to David García for drawing our attention to the significance of the records. The Balearic Government's Conselleria de Medi Ambient granted permission and support for the study.

## REFERENCES

- ALCOVER, J.A. & J. MUNTANER. 1986. *Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: una revisió [The bats of the Balearics and Pitiüses: a revision]*. Endins 12: 51-63. Ciutat de Mallorca.
- ALTRINGHAM, J. (2003). *British Bats*. Harper Collins Publishers Ltd.
- BARATAUD, M. (1996). *The World of Bats*. Sittelle.
- HANS BEKKER, H., J. PIET BEKKER, J. BOSHAMER, J. BUYS, P. VLAMING & MOSTERT, K. 2002. *Mammal survey in the Riserva Naturale Orientata di Onferno – Gemmano Italie Report of the summercamp organised from the July 28th till August 4th 2001*. Uitgave van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming (VZZ)
- GOSÀLBEZ, J. (Ed.) 1987. *Història Natural Dels Països Catalans [Natural History of the Catalan Region]*. Enciclopèdia Catalana S.A. pp. 283-311. Barcelona.
- GREENAWAY, F. & A.M. HUTSON. 1990. *A Field Guide to British Bats*. Bruce Coleman Books.
- NOBLET, J.F. (1992). *Les Chauves-souris du Parc Naturel d'Albufera*. Compte-rendu mission du 19 au 25 mai 1992.
- SCHÖBER, W. & GRIMMBERGER, E. 1997. *The Bats of Europe and North America*. T.F.H. Publications, Inc.
- STEBBINGS, R.E. 1986. *Which bat is it?* Mammal Society.

## First observations of the partly-coloured bat, *Vespertilio murinus* Linné, 1758, in the southern part of Belgium. Review of its status in Belgium and neighbouring countries

Frédéric Forget<sup>1</sup> & Bob Vandendriessche<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Natagora, Rue du Wisconsin 3, B-5000 Namur, Belgium

<sup>2</sup> Natuurpunt, Coxiestraat 11, B-2800 Mechelen, Belgium

**Abstract.** We describe the first observations in Wallonia of the partly-coloured bat. We also review the observations of this species in Belgium and conclude that Belgium is located on a migration corridor for this species. However, no evidence confirm the existence of a nursery-colony in the country.

### INTRODUCTION

The partly-coloured bat, *Vespertilio murinus*, has a wide distribution from Siberia to central Europe. Its natural habitat is the steppe or forest with scattered trees, both with rocks. During the day or in the winter, it finds shelter in crevices or in tree holes (MESCHEDE & HELLER, 2000; STRELKOV, 2000).

In Europe, the partly-coloured bat has left its natural habitat to become very antropophile. In Belgium, as in other European countries, this bat has mainly been discovered because of nuisance claims, and not as a result of a systematic exploration. We report here several new observations from Belgium and discuss their significance (Fig. 1).

### DESCRIPTION OF THE OBSERVATIONS

#### Wallonia

- During the night of November 30th 2000 a bat entered a room through an open window of the first floor of the hospital of Libramont: it was a male partly-coloured bat, apparently in perfect health (Fig. 2). The animal was released outside the building.

Libramont is a small town located in the centre of the Belgian Ardennes (Wallonia) at an altitude of 500 m. The hospital is five floors high, and is one of the largest buildings of this small city. There are plenty of grassland, mixed forest and ponds around.

During the three weeks before the observation the temperature was higher than average, and this particular night the temperature was 11° C at 21 h. The previous days we also observed *Pipistrellus pipistrellus* and *Plecotus austriacus* hunting in the neighbourhood.

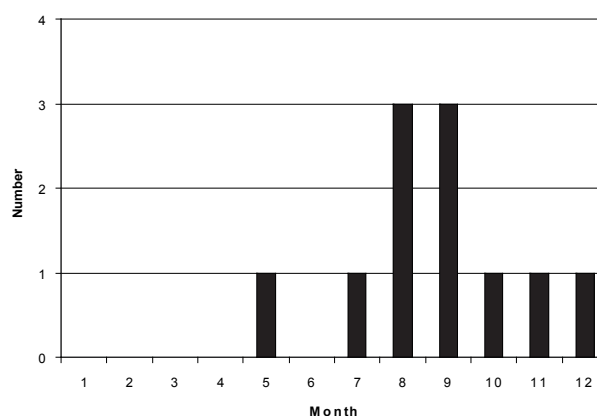


Fig. 1: Numbers of monthly partly-coloured bat observations in Belgium, for the period 1989-2006.

- The second observation in Wallonia occurred in a private building. The bat was found on the August 20th 2001 on the attic floor of a two-story house in the village of Boncelle, at the altitude of 240 m. The partly-coloured bat, a male, was discovered injured by a cat and died several days later. The village of Boncelle is located on the top of the Meuse valley, and is surrounded by deciduous wood and fields.
- On September 10th 2002 an injured female was found in a hen house of the village of Ny, in the Ourthe valley. The chickens were together trying to eat it. The animal was rescued and the wing sutured. The bat was fed during several months in waiting of the spring and released.
- On August 25th 2005 a female was caught on the floor of the dumping ground of the city of Mouscron; it seemed in perfect health, and was released several hours later.





Fig. 2: *Vespertilio murinus*, Libramont Nov. 2000 (F. Forget).

- J. Fairon reviewed the collections of the Royal institute of natural sciences and a specimen identified by Frechkop as *Myotis dasycneme*, (IG 17898 N° Reg 8078) was authenticated as *Vespertilio murinus*. It was collected in Amay (Meuse valley), the 13th December 1948 (LAURENT, in press).

#### Flanders

- The first Belgian observation of the partly-coloured bat was made on September 20th 1989, in Blankenberge (CONTENT & VAN GOMPEL, 1990). This was the only Belgian observation published previously. The owners of a house located at the sea front called and complained that a bat, a male *Vespertilio murinus*, had entered their property. Blankenberge is a small town located along the coast line. The Belgian coastline is highly urbanized with rare wild spots, nearly all the buildings are multistory built after the second World War.
- On July 7th 1999, a colony was discovered on the sixth floor of a building along the coastline in the town of Knokke. According to the owners of the appartement, the bats inhabited the winding space of a chutter, a space that seemed completely inaccessible. At 23:30, 85 minutes after sunset, several big bats escaped, from another wall of the flat. This late emergence seems to be characteristic of *Vespertilio murinus*, but we unsuccessfully tried to record the ultrasound with a Peterson D 240, (neither in heterodyne around 25 kHz, nor in time expansion). At the same time, pictures were taken with a 28 mm camera equipped with a 800 ASA film and a flash. The pictures showed a bat with a black skin and a gray fur, which was identified as a partly-coloured bat.
- On May 30th 2002 a *V. murinus* was found at the base of a building in the city of Ostend, not far from the seashore. The animal was in good health and released the same evening on the same spot. The neighbourhood was composed of a large city park with ponds and old trees where other bat species were hunting.
- On August 19th 2002 a male in good health was captured on the eight floor of a building in the town of De Panne, once again close to the seashore. The animal was released the next day.
- December 4<sup>th</sup> 2004, a male was found in Ostend, against the outside wall of a high building along the seashore, close to the casino. The animal, in good health, was released December 6th in the evening, at the same site. This is the first winter observation of *Vespertilio murinus* in Belgium. In Ostend, temperatures at night dropped below zero during that period.

- End of may 2006 a female was entrusted to a center of revalidation for wild animals, the bat was very weak, and weighed only 12 gr. It was found in Tessenderlo between containers coming from Tchekia and Bulgaria. It is probable that this animal had been transported together with this containers.

September 30th 2006 a birdwatcher took a picture of a bat in Ostend. The bat hung on the front of a building, at midlevel, near a lamp, and was identified as *Vespertilio murinus*. October 8th 2006 a female, spotted exactly on the same place, when we arrived, was captured one kilometer further on the front of a building at the 7th floor.

#### Brussels

- September 25th 2006, In Laken, (north of Brussels city), a male was found dead, probably killed by a car. (LAURENT, in press).

### REVIEW OF THE OBSERVATIONS OF *VESPERTILIO MURINUS* WITHIN A MAXIMUM OF 100 KM FROM THE BELGIAN BORDER

#### France (north east area)

- Joigny sur Meuse, January 11th 1986, discovery of a skull of *Vespertilio murinus* in a pellet from a Barn owl, *Tyto alba*. (FAIRON & COPPA, 1988)
- Revin, October 4th 1987, discovery of an injured female in a school. (FAIRON & COPPA, 1988)
- Anzin (suburb of Valenciennes) July 18<sup>th</sup> 2002 a female was found in a garage. The bat weighted 16 gr and was fed and released in good health after several days (V. Cohez, pers. comm.).

#### Luxembourg

- June 1997, one male was found during the renovation of a house close to the city of Luxembourg. (HARBUSCH *et al.*, 2001).

#### The Netherlands

There are many observations, which can be classified in two categories :

- First, a maternity colony of 25 animals was discovered during the summer 1998, in a housing development close to Utrecht. (JANSEN & VAN NOORT, 1998). During the summer of 2005 this maternity was still present (Mostert, pers. comm.). A second maternity roost has been found in a private house in the Province of Groningen in 2002. (P. Lina, pers. comm.).
- Second, several observations of isolated animals are recorded each year. Most of these observations are made close to the coastline (LINA, 1993; LIMPENS *et al.*, 1997). During the last few years, 3 to 5 animals

were found each year in buildings with several floors, generally during the autumn. Sometimes the animals were very weak. For example, during October 2000, five partly-coloured bats were found: 2 in Amsterdam, 1 in Rotterdam, 1 in Hoek van Holland, and 1 in Scheveningen. (Mostert, pers. comm.). It is highly probable that, at this time of the year, these bats were in migration. Rare observations far from the coastline occurred also and a few are near our second wallonian record (45 km of Bonnelles). For instance, October 15th, 1985 a *Vespertilio murinus* was found in a house in the city of Heerlen (JANSEN, 2002). December 20th 2001, a female was captured on the 13th floor of a building in the same town.

Generally, the number of observed animals has substantially increased during the last years (H. Limpens, pers. comm.).

#### Germany

In this country the species is commonly recorded, and nurseries are known in the north east region. On the contrary, observations of *Vespertilio murinus* are sparse in the west of the country.

- Bonn, 1971 one female found inside a building (BILO & RADERMACHER, 1987).
- Gymnich, March 1986 a male was found alive inside a room of a private house and died one day later (BILO & RADERMACHER, 1987).
- Köln, January 11<sup>th</sup> 1987 a male was captured on the front side of a building, at minus 15°C. It has been fed and released in good health several days later (BILO & RADERMACHER, 1987).
- Saarbrücken, December 1993 a female found in the University of Sarreburg (HARBUSCH, 1994).

### DISCUSSION

In Europe, we know three main reproduction areas, the first in the Baltic countries, the second in Northern Germany and Southern of Scandinavia, and the third in Switzerland, Southern Germany, Austria and Czech Republic. However, we have very few records of the wintering ground of this species. There are no observations of hibernating partly-coloured bats in the Baltic countries, but we know that some partly-coloured bats hibernate in the southwest part of its distribution area. The closest hibernating place of partly colored bats from Belgium are in the forts around Langre (300 km southwest of Belgium) (S.Y. Roué, pers. comm.). This species is known for making a very long migration (ARLETTAZ *et al.*, 1997; AELLEN, 1961; MASING, 1989.), and at least part of the population of northern Europe migrates in a south western direction to hibernate.

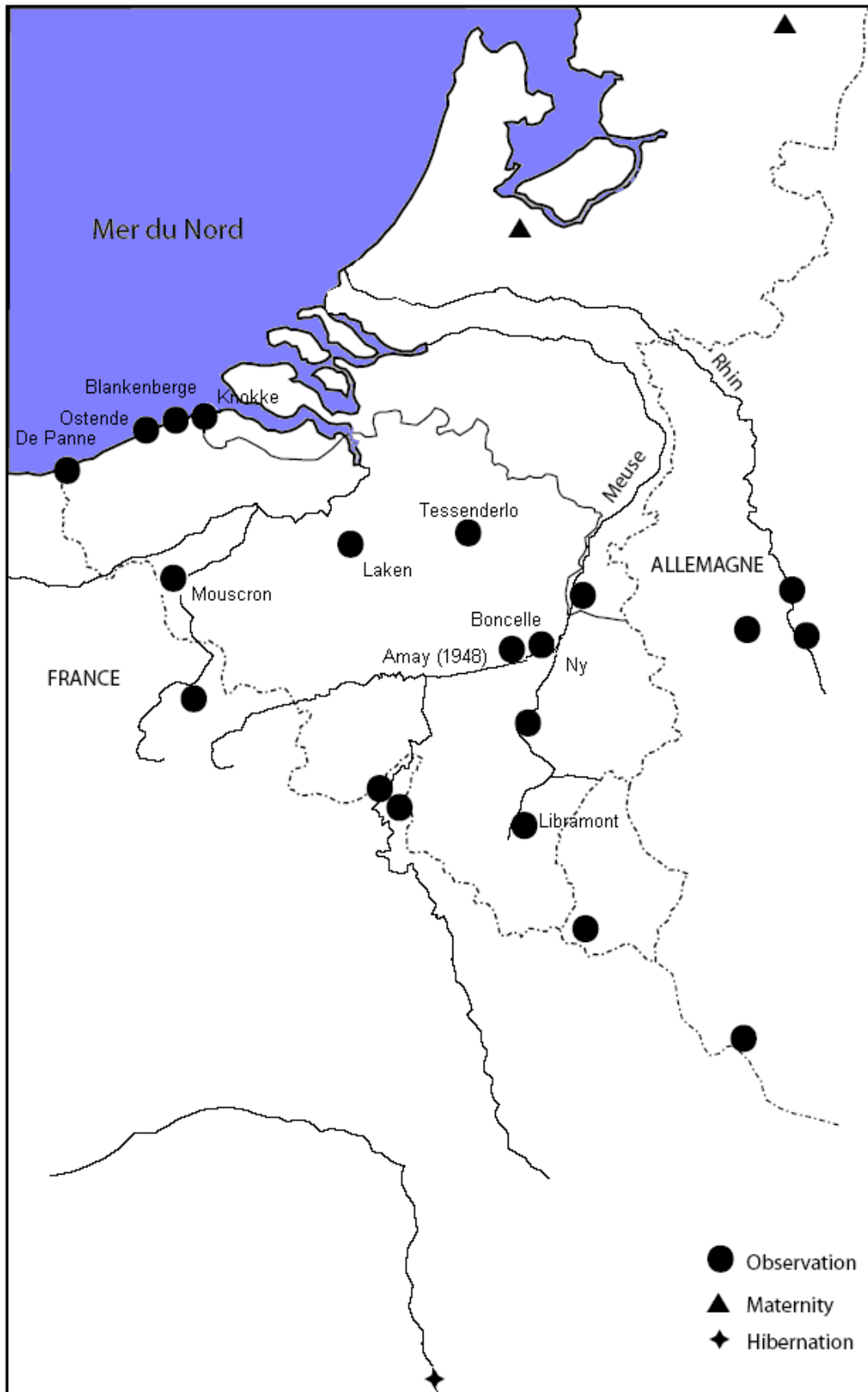


Fig. 2: Observations of *Vespertilio murinus* in Belgium and neighbouring countries.

Belgium is probably within the corridor of migration of this species. This could explain why most of the observations are made during the autumn and that several of the individuals were very weak. The majority of the observations are made close to the sea or on places that are known as birds migratory corridor. Two French observations (less than 10 Km from the Belgian border) were made along the Meuse's valley, another natural corridor of migration for many species. But observations in winter suggest also that some partly-coloured bats hibernate in Belgium.

### Do we have nursery colonies in Belgium ?

In Europe, *Vespertilio murinus* is a rare bat and the colonies are always located in inaccessible places of relatively new private houses. The buildings are usually located in an urbanized environment and not far from open area, mostly ponds or canals. (BLANT & JABERG, 1995; HERMANN, 1997; JABERG, 1998; JANSEN & VAN NOORT, 1998; MESCHEDE & HELLER, 2000; STUTZ & HAFFNER, 1983; TEUBNER *et al.*, 1997). These colonies are very discrete and luck is needed to find them. The first Netherlands's colony was discovered only in 1998, and far away from all previously known colonies. Actually no evidence suggests the occurrence of such colonies in Belgium. Observations made in Knokke probably referred to a colony of *Vespertilio murinus*, but unfortunately this colony has disappeared before formal identification could be obtained. Because Belgium is very close to a known maternity colony, and because we encounter exactly the same biotope as those described around other European colonies of partly-coloured bat, we hope that nursery colonies will be discovered in the future.

### ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge A. Lefèvre, G. Motte and T. Kervijn for their help to procuring literature. V. Cohez, S.Y. Roué, H. Limpens and K. Mostert for there data.

### LITERATURE

AELLEN, V. 1961. Le baguement des chauves-souris au col de Bretolet. *Archives des sciences, Genève* 14. (3): 365-392.  
ARLETTAZ, R., A. LUGON, A. SIERRO & M. DESFAYES. 1997. Les chauves-souris du Valais: statut, zoogéographie et écologie. *Le Rhinolophe* 12: 25-26.

BILO, M. & RADERMACHER, H. 1987. Zwei weitere nachweise der zweifarbfledermaus aus Nordrhein-Westfalen. *Aus dem Zoologischen institut der Universität Köln*: 139-142.  
BLANT, J.D. & C. JABERG. 1995. Confirmation of the reproduction of *Vespertilio murinus* in Switzerland. *Myotis* 21-22: 203-208.  
CONTENT, D. & J. VAN GOMPEL. 1990. Eerste Waarneming van een tweekleurige vleermuis in België. *Lutra* 33: 56-58.  
FAIRON, J. & G. COPPA. 1988. Cartographie de la faune cheiroptérologique du département des Ardennes (08) France. *Bulletin Centre de Recherche Cheiroptérologique. de Belgique*, 9: 79.  
HARBUSCH, C. 1994. Erstnachweis der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) im Saarland. *Dendrocopos* 21: 3-5.  
HARBUSCH, C., E. ENGEL & J. PIR. 2001. Die Verbreitung der Flederermäuse in Luxemburg. *Trav. Sci. Mus. Nat. Hist. Nat*, n° 33.  
HERMANN, U. 1997. Fund einer weiteren Zweifarbfledermaus in Graal-Müritz. *Nyctalus* 6 (3): 313-314.  
JANSEN, E. 2002. De verspreiding van de tweekleurige vleermuis in Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 91: 107-108.  
JANSEN, E. & B. VAN NOORT. 1998. Eerste Kolonie tweekleurige vleermuis in Nederland ontdekt. *Zoogdier*, 9 (1): 10-13.  
JABERG, C. 1998. Influence de la distributions des ressources alimentaires sur la comportement de chasse et la sélection de l'habitat d'une colonie de chauves-souris insectivore aérienne, *Vespertilio murinus*. *Le Rhinolophe* 13: 1-15.  
LAURENT, Y., R.M. Lafontaine, G. Kapfer, P. Devillers & M.-O. Beudels. 2007. Première observation de la sérotine bicolor, *Vespertilio murinus* en région Bruxelles-Capitale. *Les Naturalistes Belges* 88: 22-24.  
LIMPENS, H., K. MOSTERT & W. BONGERS. 1997. *Atlas van de nederlandse vleermuizen*, KNNV Uitgeverij: 204-209.  
LINA, P.H.C. 1993. Nieuwe gegevens over enkele in Nederland zeldzaam voorkomende vleermuissoorten. *Lutra* 36: 89-93.  
MASING, M. 1989. A long distance flight of *Vespertilio murinus* from Estonia. *Myotis* 27: 147-150.  
MESCHEDE, A & K.G. HELLER. 2000. Ökologie und schutz von fledermäusen in Wädern – *Bundescamt für Naturschutz* 66: 166-167.  
STRELKOV, P. 2000. Seasonal distribution of migratory bat species in eastern Europe and adjacent territories: Nursing area. *Myotis* 37: 7-25.  
STUTZ, H.P. & M. HAFFNER. 1983. Summer colonies of *Vespertilio murinus* in Switzerland. *Myotis*, 21-22: 109-112  
TEUBNER, J., J. TEUBNER & D. DOLCH. 1997. Wochenstubennachweis der Zweifarbfledermaus in Brandenburg. *Nyctalus* 6 (4): 390-392.  
VANDENDRIESSCHE, B. 2005. Eerste winterwaarneming van tweekleurige vleermuis in België. *Zoogdier*, 16 (1): 17-18.

## Problèmes posés par l'effraie des clochers *Tyto alba* dans cinq colonies de reproduction de grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) en Bretagne occidentale

Josselin Boireau

Groupe Mammalogique Breton, Maison de la Rivière, F-29450 Sizun, josselin.boireau@gmb.asso.fr, www.gmb.asso.fr

**Abstract.** In the course of continuing studies of the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in western Brittany, France, serious disturbance caused by Barn Owls (*Tyto alba*) has been observed at five sites. The presence of Barn Owls has sometimes led to the complete desertion of a site or destruction of a colony. This poorly understood problem requires naturalists to determine overall strategies for the management of protected species. It is also necessary to find technical solutions in order to avoid predation by Barn Owls of a species as threatened as the Greater Horseshoe Bat.

**Key words:** Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, Barn owl, *Tyto alba*, predation.

### INTRODUCTION

Le grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* et l'effraie des clochers *Tyto alba* sont deux espèces protégées par la loi française du fait de la régression de leur population. Pour se reproduire, ces animaux recherchent le même type de gîte, notamment les combles de bâtiments.

Le travail d'étude mené sur la cohabitation de l'effraie des clochers et des chauves-souris par Fairon *et al.* (1996), basé sur des observations réalisées dans 1497 églises de 1960 à 1995 ainsi que sur une analyse bibliographique, concluait sur le caractère négatif de la présence de l'effraie des clochers pour la reproduction des chiroptères lorsque l'oiseau vient à occuper leur gîte. Il apparaît pourtant que l'effraie des clochers consomme très peu de chiroptères. Ainsi, l'analyse des restes de proies contenus dans ses pelotes de réjection indique-t-elle que les chauves-souris représentent généralement moins de 1% des proies consommées (FAIRON *et al.*, 1996; PAILLEY & PAILLEY, 1996; SIRUGUE, 1995; VALLÉE, 2003). Mais, l'effraie des clochers peut se spécialiser d'une manière temporaire sur la prédation d'une colonie ou s'installer dans un gîte occupé par des chauves-souris et les faire fuir.

Le présent article, qui décrit cinq cas de problèmes posés par l'effraie des clochers sur des colonies de grand rhinolophe en Bretagne occidentale, illustre ce phénomène.

Les lettres en minuscule entre parenthèses dans le texte renvoient aux photos (Fig. 1).

### PRÉSENTATION DU CONTEXTE

L'effraie des clochers est un rapace nocturne dont les populations européennes diminuent lentement depuis une cinquantaine d'années. Ainsi, en Grande-Bretagne, il a été observé une division par trois des effectifs entre les années 1930 et les années 1980. Aux Pays-Bas, l'effectif a été divisé par dix entre les années 1950 et 1970 (1800 à 3500 couples avant l'hiver 1963, 200 à 400 couples en 1970-1974) (VALLÉE, 2003). La baisse des effectifs est liée, entre autres, aux modifications des paysages, à l'usage des pesticides, aux collisions routières, à la raréfaction des gîtes et aux hivers rigoureux qui peuvent être très meurtriers. En France, cette espèce intégralement protégée par la loi est en régression lente dans de nombreuses régions (VALLÉE, *op. cit.*).

En Bretagne continentale, l'effraie des clochers est présente sur l'ensemble de la région avec des densités plus ou moins fortes suivant la qualité des milieux et des gîtes disponibles. Bien que l'évolution des populations soit très difficile à évaluer, l'espèce ne semble pas en régression (Clec'h, comm. pers.).

Le grand rhinolophe est une chauve-souris particulièrement menacée dans de nombreux pays européens notamment du fait de la modification des paysages, de l'usage des pesticides et de la raréfaction de ses gîtes. Entre les années 1960 et 1975, l'espèce a connu une forte régression, principalement au nord de son aire de répartition: Angleterre, Allemagne, Belgique, nord de la France, Luxembourg (RANSOME & HUTSON, 2000). En Europe,

le grand rhinolophe figure aux Annexes II et IV de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore. En France, le grand rhinolophe est intégralement protégé.

Les femelles de grand rhinolophe se regroupent l'été dans des vastes volumes chauds et calmes pour mettre au monde et élever leur unique petit de l'année. Ce type de gîte est aussi très attractif pour les chouettes effraies qui y nichent régulièrement. Pour pénétrer dans les combles, les grands rhinolophes utilisent généralement des accès de plein de vol qui peuvent parfaitement être utilisés par l'effraie des clochers. Le grand rhinolophe, d'une envergure de 35 à 40 cm et d'un poids de 17 à 34 g, vit suspendu au plafond de ses gîtes. Espèce incapable de se glisser dans une fissure ou sous une ardoise, il est une proie facile à capturer pour l'effraie.

En Bretagne, 38 colonies de reproduction de grands rhinolophes regroupant plus de 4300 individus adultes sont connues (BOIREAU *et al.*, 2007). Ces gîtes sont principalement situés dans des combles d'églises, de châteaux ou de bâtiments. Afin de suivre l'évolution des populations reproductrices, les naturalistes bretons réalisent depuis la fin des années 1990 des comptages annuels. Ce travail a permis d'observer cinq cas de nuisances graves dues à l'effraie des clochers vis-à-vis d'importantes colonies de grands rhinolophes (Tableau 1).

#### DESCRIPTION DES CAS DE DÉRANGEMENT OU DE DESTRUCTION DE COLONIES DE GRANDS RHINOLOPHES PAR L'EFFRAIE DES CLOCHERS

**Abbaye de Saint-Maurice à Clohars-Carnoët (29)** – En 2005, une chouette effraie se posait au-dessus de l'accès au gîte (a) de la colonie composée d'environ 30 individus. Aucun cas de prédation n'a été constaté mais les effectifs sont immédiatement passés à 12 individus adultes. Suite à la mise en place de pics anti-pigeons sur le reposoir, l'effraie n'a pas été revue. En 2006, les effectifs sont repassés à 20-25 individus en période de reproduction (Guillouzouic, comm. pers.).

**Chapelle de Saint-Herbot à Plonévez-du-Faou (29)** – L'occupation historique du clocher de la chapelle par l'effraie et des combles par les grands rhinolophes est connue depuis les années 1980 (Nicolas, comm. pers.). En 2001, suite à des travaux sur le clocher, les chouettes se sont installées dans les combles utilisés par les grands rhinolophes. Leur arrivée a fait complètement fuir la colonie de 300 individus en reproduction ainsi que les 50 animaux observés généralement en hiver. Si la colonie a disparu, le gîte reste toujours ponctuellement fréquenté par des animaux en repos nocturne. La réalisation d'un travail de radiopistage sur une femelle de grand rhinolophe capturée dans les combles nous a permis de

retrouver un essaim de 100 individus adultes à 1,2 km de la chapelle (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a). Mais en 2006 cet essaim n'a pas réutilisé ce gîte de repli.

**Eglise de Kernasclédén (56)** – Les combles de l'église accueillent un peu plus de 400 grands rhinolophes en reproduction. En 2001 et 2002, une effraie a pénétré dans les combles occupés par les chauves-souris. Elle ne s'y est pas installée mais a consommé plusieurs individus. Des pelotes de rejection retrouvées sur place en 2001 contenaient 13 grands rhinolophes pour 43 proies. Dès l'arrivée de l'effraie, les animaux ont déserté le site. En 2002, des modifications de l'accès de la colonie ont été réalisées pour stopper la pénétration de l'effraie. L'accès par une fenêtre mansardée (b) a été obturé et seul un accès par l'escalier du clocher a été conservé. Les chauves-souris se sont réinstallées, mais au bout de deux ans seulement (Jamet, comm. pers.).

**Eglise de Lopérec (29)** – Pour sortir en chasse, les 550 grands rhinolophes adultes utilisent un accès unique sous le porche de l'église (c). En 2003, une chouette effraie s'est spécialisée dans la prédation des grands rhinolophes à la sortie du gîte et dans les combles. Plusieurs cadavres ont été récoltés (environ 40 en 2003, Fig. 2). La colonie a déserté le site immédiatement après les premières prédatations, ceci été comme hiver (environ 100 individus hibernant chaque année). Au printemps 2004, une tentative de recolonisation a échoué suite à une nouvelle prédation de la chouette. En 2006, nous avons observé le retour partiel de la colonie estivale (119 adultes).

**Eglise de Plogonnec (29)** – En 1997, cette colonie estimée à 200 grands rhinolophes a été en grande partie détruite lors de travaux pendant lesquels les accès des animaux, présents au même moment, ont été tous obturés (Kervarec, comm. pers.). Seul un essaim d'environ 90 individus a survécu et s'est installé dans un clocheton en haut du clocher. Au printemps 2000, un accès a été recréé dans une porte en haut du clocher. La colonie a immédiatement réinvesti les combles de l'église. Durant l'été de la même année, nous avons constaté qu'une chouette effraie s'était spécialisée dans la prédation de grands rhinolophes. La chouette pénétrait dans le clocher par l'accès nouvellement créé et s'installait en haut de l'escalier, barrant ainsi le passage des chauves-souris. Les attaques de l'effraie ayant commencé après la naissance des jeunes, les femelles retournaient tous les jours dans les combles malgré la prédation. Tous les soirs, deux ou trois femelles étaient capturées et les jeunes, non allaités, sont morts dans les combles. Cette colonie semble avoir été complètement détruite pendant cet été. Aucune colonie ne s'est réinstallée sur le site depuis. Afin de permettre une éventuelle recolonisation sécurisée du site par les grands rhinolophes, les naturalistes du Groupe Mammalogique Breton (G.M.B.) ont obtenu la mise en place d'une chiroptière en 2006.

Tableau 1 : Résumé des cinq cas d'interactions entre *Tyto alba* et des colonies de reproduction de *Rhinolophus ferrumequinum* en Bretagne.

Site	Problèmes posés par l'effraie des clochers (année)	Réaction de la colonie de grand rhinolophe	Nombre d'accès de la colonie	Interventions réalisées pour stopper le problème	Situation en 2006	Effectif des grands rhinolophes adultes année avant problème avec l'effraie des clochers	Effectif des grands rhinolophes adultes en 2006
Abbaye de Saint-Maurice (29)	Tentative de prédation (chouette perchée en sortie de gîte) en 2005	Réduction des effectifs en 2005 à 12 individus	Accès unique	Mise en place de pics anti-pigeons et modification temporaire de l'ouverture à 8 cm de haut	Retour partiel de la colonie	30	20 à 25
Chapelle de Saint-Herbot (29)	Installation d'un couple de chouettes dans les combles occupés par la colonie en 2001	Désertion du site été comme hiver	Accès multiple (4)	Pas d'intervention	Pas de retour de la colonie	328	7
Eglise de Kernascléden (56)	Intrusion de la chouette et prédation en 2001 et 2002	Désertion du site en 2001 et 2002	Accès multiple (2)	Modification des accès	Retour partiel de la colonie à partir de 2003	410	343
Eglise de Lopérec (29)	Prédation sur la colonie en 2003	Désertion du site été comme hiver de 2002 à 2005	Accès unique	Pas d'intervention	Retour partiel de la colonie depuis 2006	550	119
Eglise de Plogonnec (29)	Spécialisation de la chouette sur les grands rhinolophes après les naissances en 2000	Destruction probablement complète des éléments reproducteurs et désertion du site	Accès unique	Multiplication des possibilités d'accès pour les grands rhinolophes, mise en place de pics anti-pigeons et création d'une chiroptière en 2006	Pas de retour de la colonie	90	0

## COMMENTAIRES

Le grand rhinolophe est une proie occasionnelle de l'effraie des clochers. En Bretagne, aucun cas de cohabitation dans un même gîte des deux espèces n'est connu.

Il est difficile d'identifier les éléments qui favorisent la prédation des grands rhinolophes par l'effraie des clochers. Elle semble se spécialiser sur les grosses colonies qui doivent attirer son attention. La prédation est facilitée quand les chauves-souris ne possèdent qu'un seul accès, la chouette se perchait en sortie de gîte. Suivant la configuration des sites, il n'est pas toujours possible de réaliser des aménagements pour interdire l'accès à l'effraie des clochers. Le fait de multiplier les accès des chauves-souris pour limiter les possibilités de prédation ne semble pas fonctionner si la chouette dispose toujours d'un accès à la colonie.

En dehors du cas de Plogonnec, nous n'avons pas constaté la destruction totale de colonies de grands rhinolophes par l'effraie des clochers. Lors d'intrusions de la chouette, des individus sont consommés et immédiatement après, les grands rhinolophes désertent le site. Nous n'avons jamais observé de reports d'effectifs sur les autres colonies connues en périphérie des sites désertés. Il est probable que les animaux s'installent dans un des nombreux reposoirs nocturnes connus par la colonie (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005b) et continuent à utiliser les mêmes secteurs de chasse. Ainsi, à Saint-Herbot a-t-on pu noter que malgré la désertion du site, des grands rhinolophes chassaient toujours autour de la Chapelle (obs. pers.). Si la destruction des colonies de grand rhinolophe par l'effraie des clochers n'est donc pas systématique, elle pose tout de même de graves problèmes pour la survie des populations et pour les gestionnaires d'espaces naturels.

Ainsi, en Bretagne, comme dans de nombreuses régions françaises, la pression immobilière est-elle de plus en plus forte. Elle se traduit par la rénovation en maisons d'habitation de la quasi totalité des bâtiments plus ou moins inutilisés par les hommes et potentiellement favorables à la faune sauvage. En Bretagne occidentale, les colonies de reproduction de chauves-souris qui utilisent de vastes combles (grand rhinolophe, petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*, grand murin *Myotis myotis* et murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*, principalement) se retrouvent aujourd'hui cantonnées majoritairement dans les combles d'églises. La possibilité pour d'importantes colonies de retrouver des gîtes favorables s'avère donc très faible. Cette situation a d'ailleurs poussé le G.M.B. à lancer une opération «*Droit d'asile pour les grands rhinolophes dans les églises et bâtiments publics*», poursuivie actuellement par la mise en place d'une «*Charte pour l'accueil des chauves-souris dans les bâtiments publics*». En 2006, le G.M.B. a aussi fait construire un bâtiment sur une de

ses parcelles dans l'espoir de favoriser l'installation de grands rhinolophes (e).

Le deuxième problème important posé par l'effraie des clochers est l'impact direct de ses prédateurs sur les populations de grands rhinolophes. La Bretagne est pourvue d'importantes colonies avec des effectifs moyens situés entre 100 et 300 individus adultes. La prédation de quelques dizaines d'individus sur de tels effectifs porte peu à conséquences si elle reste ponctuelle et ne provoque pas la dispersion de la colonie de parturition. Ceci n'est pas le cas d'autres régions où les colonies sont moins importantes. Si le scénario de Plogonnec se reproduit dans des secteurs où les effectifs de l'espèce sont faibles ou si les colonies sont isolées, les populations locales de grand rhinolophe peuvent disparaître d'une manière durable.

La désertion des sites protégés pose aussi des problèmes pour leur gestionnaire. En effet, malgré l'absence des chiroptères, il est prioritaire de conserver les accès des chauves-souris pour permettre leur retour, notamment dans le cadre de travaux. Bien que les colonies de Saint-Herbot, Lopérec et Plogonnec soient protégées par des Arrêtés Préfectoraux de protection de biotope, cette politique est parfois difficile à expliquer aux décideurs en l'absence de chauves-souris.

## ESSAIS POUR LIMITER LA PRÉDATION DE L'EFFRAIE DES CLOCHERS SUR LES POPULATIONS DE GRAND RHINOLOPHE

Comme le montrent les cinq exemples bretons présentés ici, la prédation de l'effraie des clochers sur le grand rhinolophe dans les gîtes de mise bas est relativement fréquente et peut toucher des colonies importantes. Ce problème, déjà posé par nos collègues belges (FAIRON *et al.*, 1996), nous pousse depuis plusieurs années à trouver des moyens d'exclure l'effraie (et aussi les pigeons bisets *Columba livia* pour d'autres raisons) des gîtes utilisés par des colonies de grands rhinolophes. Plusieurs tentatives ont été menées comme la création de sas, mais sans succès pour le moment. A cette date, nous explorons de nouvelles pistes. La première est issue d'un voyage d'étude en Angleterre (GRÉMILLET, 2003): une grille à barreaux horizontaux inclinée à 45° (d) qui, nous l'espérons, peut être une gêne pour l'effraie des clochers. La seconde, provient de l'observation de la colonie de l'église du Faou (29) qui utilise un passage vertical en fissure pour accéder aux combles (e). Cet accès est tout à fait inutilisable pour la chouette.

Au-delà des éléments relatifs au problème de cohabitation entre effraie des clochers et chiroptères, nous avons pu observer que les grands rhinolophes, d'une durée de vie maximum de 30 ans (SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1987), possèdent une excellente mémoire des sites. Leur installation dans un gîte est liée à un ensemble





Fig. 1: (a): Abbaye de Saint Maurice (29), accès (environ 50 cm de large) des grands rhinolophes. (b) Eglise de Kernascléden (56), accès nord par lequel l'effraie des clochers pénétrait dans les combles. Accès bouché en 2002. (c): Eglise de Lopérec (29), accès unique de la colonie (environ 60 x 60 cm). (d): Bâtiment construit par le Groupe Mammalogique Breton dans le Finistère en 2006 pour permettre l'installation de grands rhinolophes avec une grille orientée à 45°. (e): Eglise du Faou (29): pour accéder aux combles, environ 60 des 100 grands rhinolophes installés en reproduction se glissent dans un espace de 8 cm de large entre le mur et le lambris (espace indiqué par une flèche sur l'image). Photos: Josselin Boireau.

de facteurs très précis (typologie du site, qualité des terrains de chasse, disponibilité en gîtes secondaires et reposoirs nocturnes, proximité de sites d'hivernage...). Les animaux sont donc très fortement liés aux gîtes et possèdent leurs habitudes. Ainsi, la désertion d'un site utilisé par les grands rhinolophes pendant plusieurs années n'est pas définitive si l'ensemble des éléments vitaux pour l'espèce reste stable. Les naturalistes doivent donc se mobiliser pour recréer les conditions favorables à l'accueil des chauves-souris dans les sites où la présence historique des animaux est connue.

## CONCLUSION

L'impossibilité de cohabitation entre les chiroptères et l'effraie des clochers est un phénomène assez bien connu des chiroptérologues, il est pourtant peu documenté et reste encore trop méconnu des gestionnaires d'espaces naturels.

Actuellement, la population française d'effraie des clochers est estimée entre 20 000 et 50 000 couples selon les années (VALLÉE, 2003). En 2004, le suivi des populations reproductrices de grand rhinolophe en



Fig. 2: Restes de *Rhinolophus ferrumequinum*, ailes et crânes, consommés par *Tyto alba*. Photos: Josselin Boireau, mai 2003.

France a permis de dénombrer un peu plus de 19 000 individus, essentiellement des femelles, dans 291 sites (BOIREAU, 2007). La forte concentration des grands rhinolophes et le faible taux de reproduction rendent donc très fragiles ses populations. Si l'offre en gîtes pour l'effraie des clochers est encore assez importante (bâtiments agricoles, maisons abandonnées...) malgré une forte diminution ces dernières années, les exigences écologiques du grand rhinolophe sont nettement plus strictes et les gîtes potentiels sont donc moins nombreux. Du fait de la rareté des chiroptères et des menaces qui pèsent sur ces populations, il faut donc éviter d'attirer

l'effraie des clochers sur les sites à chauves-souris et préférer aménager favorablement les combles d'églises pour les chiroptères. La mise en place de nichoirs à effraie des clochers peut se faire dans une multitude d'autres endroits sans intérêt pour les chauves-souris.

Il est hors de question d'opposer la protection des rapaces à celle des chauves-souris. Une collaboration entre les ornithologues et les chiroptérologues doit s'établir lors des différents projets d'aménagement ou de protection pour trouver la solution technique appropriée. Ceci implique une meilleure connaissance réciproque des problématiques respectives et des enjeux.

#### REMERCIEMENTS

Je remercie toutes les personnes qui m'ont permis de rédiger cet article: Olivier Farcy (Bretagne Vivante – S.E.P.N.B.), Gwenaël Guillouzouic (Conservatoire du Littoral), Marc Jamet (Bretagne Vivante – S.E.P.N.B.), ainsi que toutes personnes qui se mobilisent tous les étés pour mener les comptages. Je remercie également Catherine Caroff et Xavier Grémillet (Groupe Mammalogique Breton) ainsi que Sébastien Roué (Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères - Franche-Comté) pour leur relecture et Geoffrey Stevens pour sa traduction. Enfin, je remercie Didier Clec'h pour ses informations sur l'effraie des clochers en Bretagne.

#### RÉSUMÉ

En Bretagne occidentale, le suivi des colonies de reproduction de grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* a permis d'observer d'importants dérangements causés par l'effraie des clochers *Tyto alba* dans cinq sites. La présence de l'effraie peut parfois entraîner la désertion complète du site par les chauves-souris ou la destruction de la colonie. Ce problème méconnu doit obliger les naturalistes à définir des stratégies globales de gestion de ces espèces protégées. Il est aussi nécessaire de trouver des solutions techniques pour éviter la prédation de l'effraie des clochers sur une espèce fragile comme le grand rhinolophe.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOIREAU, J. 2003. Problème de cohabitation chouettes effraies / chauves-souris. *Mammi'Breizh* 8: 3.
- BOIREAU, J. & X. GRÉMILLET. 2005a. *Etude par la méthode du radio-pistage de la colonie de reproduction de Grands Rhinolophes (Rhinolophus ferrumequinum) de Saint-Herbot (29) dans le cadre de la mise en place du projet Natura 2000 n°13-39 « Monts d'Arrée »*. Rapport, Groupe Mammalogique Breton, Sizun (France), 24 p. + annexes.

- BOIREAU, J. & X. GRÉMILLET. 2005b. Etude des terrains de chasse d'une colonie de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) en Basse-Bretagne (France). Groupe Mammalogique Breton, Sizun (France), Rapport, 59 p. + annexes.
- BOIREAU, J. 2007. Le grand rhinolophe, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). In: Effectifs et état de conservation des Chiroptères de l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » en France métropolitaine, Bilan 2004, S.F.E.P.M., Paris, 6-8.
- BOIREAU, J., O. FARCY & X. GRÉMILLET. 2007. Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. In: CHOQUENÉ, G.-L. (Coord.), *Penn Ar Bed* 197: 14-17.
- FAIRON, J., E. BUSH, T. PETIT & M. SCHUITEN. 1996. *Contribution à l'étude du problème de la cohabitation effraies - Chiroptères*. Document de travail, I.R.Sc.N.B., Bruxelles, 33 p.
- GRÉMILLET, X. 2003. Voyage d'étude « Méthode d'étude et de conservation des grands rhinolophes en Angleterre - 13 au 17 avril 2003 - Sud-Ouest de l'Angleterre », Groupe Mammalogique Breton, Sizun, Compte rendu, septembre 2003, 33 p. Adresse URL: <http://gmb.asso.fr/PDF/Gremillet2003.pdf>
- PAILLEY, P. & M. PAILLEY. 1996. Les Chiroptères dans le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* en Maine-et-Loire. *Crex* 1: 41-43.
- RANSOME, R. & A. HUTSON. 2000. Action plan for the conservation of the Greater horseshoe bat in Europe (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Council of Europe, Nature and environment*, 109: 60 p. Adresse URL: <http://www.swild.ch/Rhinolophus/PlanII.pdf>
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER. 1991. *Guide des chauves-souris d'Europe: biologie, identification, protection*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel. 225 pp.
- VALLÉE, J.-L. 2003. *La Chouette effraie: description, mœurs, observation, protection, mythologie...* Delachaux & Niestlé, Neuchâtel. 192 pp.
- La Charte pour l'accueil des chauves-souris dans les bâtiments publics est téléchargeable à [http://www.gmb.asso.fr/PDF/Charte\\_chauves-souris.pdf](http://www.gmb.asso.fr/PDF/Charte_chauves-souris.pdf)

## Découverte d'une colonie de reproduction de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806) dans la chaîne jurassienne suisse et réflexion quant à son statut

Michel Blant<sup>1</sup>, Bettina Erne<sup>2</sup> & Thierry Bohnenstengel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Correspondant jurassien du centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, Gratte-Semelle 20, 2000 Neuchâtel (mblant@vtx.ch)

<sup>2</sup> La Charmillotte, 2886 Epiquere

<sup>3</sup> Centre suisse de cartographie de la faune, Passage Maximilien-de-Meuron 6, 2000 Neuchâtel

**Abstract.** A nursery colony of Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) was discovered in 2006 in the Swiss Jura mountains. It is the first evidence that this species reproduces north of the Alps in our country. The nursery roost is located in the barn of an old transformed farm and consists of only a few individuals which were visually and acoustically determined. The Canton of Jura as the Swiss part of the Jura mountain chain is the best region for this thermophilic species. As lactating females are already captured in other parts of the Canton, its regional status needs closer studies.

**Key words:** *Myotis emarginatus*, Swiss Jura mountains, nursery colony, regional status.

### 1. INTRODUCTION

Le murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) appartient aux espèces de chiroptères considérées comme rares dans la chaîne jurassienne suisse, au même titre que le murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) ou le murin de Natterer (*Myotis nattereri*) (CHAPUISAT & RUEDI, 1993; BLANT, 1995). Ces espèces aux mœurs forestières ou bocagères (GEBHARD, 1997) sont plus fréquemment observées en automne à l'entrée des cavités que durant la période de reproduction. Dans notre pays, seules trois colonies d'élevage de murin à oreilles échancrées étaient connues jusqu'à présent, toutes situées au sud des Alpes, dans le canton du Tessin et la vallée grisonne de la Mesolcina (MORETTI *et al.*, 2003). Aucun site de reproduction n'avait pu être localisé dans la partie nord de la Suisse, bien que des femelles allaitantes de cette espèce y aient été capturées à plusieurs reprises.

Le murin à oreilles échancrées est cependant présent et se reproduit en région Franche-Comté (France voisine). Il est toutefois considéré comme rare dans le département du Doubs où deux seules colonies de parturition sont actuellement connues (S. Roué, comm. pers.; MORIN *et al.*, 2005). Les occurrences fortuites mais récurrentes de femelles ou juvéniles suggéraient à BLANT (1995) pour le territoire frontalier neuchâtelois que « sa présence dans la vallée du Doubs ne demande qu'à être confirmée ». C'est chose faite dans le canton du Jura depuis l'été 2006 puisqu'une colonie de reproduction de quelques individus a été localisée sur le territoire de la commune de Soubey.

Des recherches intensives ont en effet été menées cette année dans la région du Clos du Doubs par un des auteurs, dans le cadre d'un travail de maturité au Lycée cantonal de Porrentruy (ERNE, 2007). Le but du travail était de localiser les colonies de chauves-souris dans les espaces bâtis et d'en identifier les espèces, dans une région encore relativement mal couverte par les inventaires. Un effort médiatique soutenu et des demandes de renseignements aux habitants devaient aider à identifier les bâtiments colonisés, en complément d'une recherche active par des observations crépusculaires dans les villages et hameaux.

### 2. CIRCONSTANCES DE LA DÉCOUVERTE

Une annonce de la présence de chauves-souris à Clairbief (commune de Soubey JU, 482 m), dans un bâtiment proche de la frontière franco-suisse, nous est parvenue le 12 juillet 2006. L'observateur, un naturaliste neuchâtelois (D. Gobbo), signalait avoir vu des chauves-souris sortant d'un bâtiment au crépuscule, d'au moins deux tailles différentes (une petite espèce et une grande espèce). Nous nous sommes rendus sur place le lendemain pour contrôler l'observation, ayant à priori supputé la présence de deux espèces fréquemment trouvées dans la région dans le cadre du travail de B. Erne, la sérotine ordinaire (*Eptesicus serotinus*) et la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

### 3. DESCRIPTION DES OBSERVATIONS

Autorisés par le propriétaire à rechercher des traces d'occupation dans le grenier, pour ces espèces qui colonisent volontiers les entre-toits, nous avons eu la surprise d'observer dans la partie arrière d'un ancien pont de grange plusieurs chauves-souris suspendues aux lattes à tuile. Cette partie de toiture est dépourvue de lambrissage. Les chiroptères étaient en léthargie en cette fin de journée pluvieuse et se trouvaient dans une semi-obscurité. Au total cinq animaux étaient visibles, trois suspendus isolément (photo 1) et deux se tenant l'un contre l'autre (photo 2). Observés aux jumelles (10 x 40), les individus isolés ainsi que le plus grand du duo présentaient un pelage gris clair sur le ventre et brun-roux sur le dos. Leurs oreilles étaient grandes et finement ponctuées, différentes de celles, plus lisses, des autres murins de moyenne taille comme *Myotis bechsteinii* et *Myotis nattereri* (voir par exemple DIETZ & HELVERSEN, 2004). Le deuxième individu du duo, légèrement plus petit que le premier et d'une teinte gris foncée sur le dos, montrait une coloration typique d'un individu juvénile. Ces caractéristiques morphologiques externes sont celles du murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), dont la teinte particulière du pelage, avec son aspect pelucheux, permet de l'identifier souvent aussi en léthargie hivernale dans les cavités.

Le 9 août 2006, une nouvelle visite permettait d'observer un trio formé d'un adulte accompagné de deux juvéniles (photo 3). Un enregistrement ultra-sonique (détecteur type Petersson D240x et enregistreur Sony Hi-MD Walkman MZ-NH700) confirmait qu'il s'agissait bien de cette espèce (Fig. 1: sonogramme). Alors que cinq individus étaient toujours visibles dans la soupente en début de soirée, l'observation de la sortie crépusculaire avec écoute des cris permettait de compter une petite dizaine d'individus. Aucune capture n'a été réalisée ce soir-là, afin d'éviter tout dérangement de la colonie.

Les caractéristiques des ultrasons de murins FM à large bande et de faible intensité font que l'identification acoustique se révèle être complexe, notamment en raison d'un fort recouvrement interspécifique (BARATAUD 2005 ; OBRIST *et al.*, 2004). Les conditions environnementales (intérieur de la grange) de l'enregistrement effectué le 9 août 2006 ne simplifient pas l'identification. Toutefois, sur la base de la méthode d'analyse acoustique développée par M. BARATAUD (2005), les caractéristiques des signaux analysés au moyen du logiciel Batsound Standard 3.31 (Petersson Elektronik AB, Suède), soit une amorce explosive haute fréquence et une fréquence terminale supérieur 40 kHz (Tableau 1: mesures), permettent de trancher en faveur du murin à oreilles échancrées. Le murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*) a également une fréquence terminale proche de 40 kHz, mais l'observation visuelle permet d'exclure cette très petite espèce.

En 2007, un nouveau contrôle a été réalisé le 3 juillet, à la fin de la période d'élevage et avant l'émancipation des individus juvéniles. La soupente de l'ancien pont de grange abritait au moins trois murins à oreilles échancrées adultes. Les animaux étaient recroquevillés en léthargie entre tuiles et lattes à tuiles en raison du temps frais. La tête et les épaules visibles ont permis de reconnaître à nouveau les caractéristiques morphologiques de l'espèce. Un murin de plus petite taille (groupe *mystacinus*) était également visible dans la partie basse du toit. Signe de présence des chauves-souris depuis plusieurs semaines, le propriétaire avait dû balayer les crottes régulièrement sur un escalier.

On notera encore que le même bâtiment abritait sous la faite, dans sa partie lambrissée et habitée, une colonie de sérotines ordinaires, et que le lambrissage de la façade sud convenait à une colonie de parturition de pipistrelles communes, comme le laissait présager la description de D. Gobbo.

Le murin à oreilles échancrées colonise les greniers, occasionnellement des volumes faiblement éclairés (GEBHARD, 1997). C'est le cas à Clairbief, où la couverture en tuiles rouges est munie de fenêtres en tuiles transparentes qui laissent un halo de lumière pénétrer dans le local. Dans cet ancien bâtiment agricole transformé, les chauves-souris occupent un espace dont l'usage est assez mal défini. Le guano tombe sur un ancien pont de grange, qui sert à la fois de pièce de délassement (tapis, fauteuil), et à la fois de garage pour le propriétaire qui y remise de temps en temps son véhicule. De chaque côté du pont, l'étage inférieur correspond à un entrepôt dans lequel du bois de chauffage, des denrées et divers ustensiles sont stockés (c'est l'arrière-cuisine d'un restaurant, avec un éclairage de tubes à néon!). Le site occupé par les chauves-souris est donc un espace utilisé par les habitants, ce qui engendre certains dérangements.

### 4. AUTRES DONNÉES DANS LE CANTON DU JURA

Les occurrences du murin à oreilles échancrées relevées entre 1989 et 2004 sur le territoire jurassien sont au nombre de 24 (Tableau 2), entre 1989 et 2004. Elles sont essentiellement le fait de captures à l'entrée de cavités (Grotte de Réclère, Grotte de Milandre) ou sur un cours d'eau (L'Allaine). Les données relatives à une reproduction éventuelle dans le canton sont les captures d'une femelle en période de reproduction à Buix le 16.06.1992, puis allaitante au même endroit un mois plus tard (16.07.1992), ainsi qu'une autre femelle allaitante à Buix le 16.07.1993. Une femelle post-lactante est capturée à la grotte de Réclère le 28.09.1994, ainsi que des mâles juvéniles à Develier le 16.08.1995, à Epiquez le 03.09.1998 et à Porrentruy le 09.08.2000. Les occurrences de Buix et de Porrentruy suggèrent que



Photo 1 : Un murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) adulte isolé observé le 13 juillet 2006 (photo M. Blant)

Photo 2 : Un murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) adulte et un juvénile observés le 13 juillet 2006 (photo M. Blant)

Photo 3 : Un murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) adulte et deux juvéniles observés le 9 août 2006 (photo J.-C. Schaller)

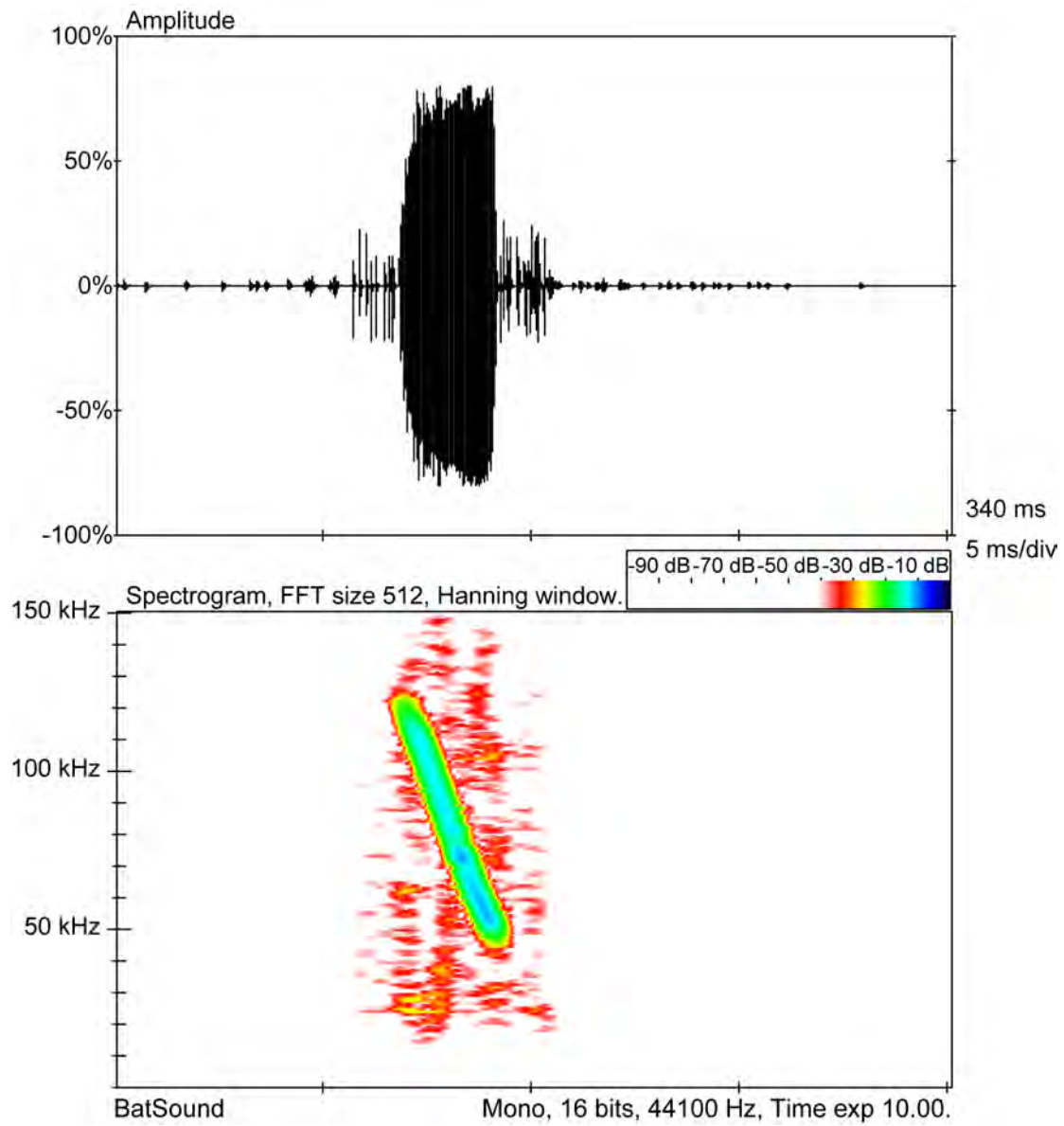


Fig. 1 : Sonogramme d'un cri de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) enregistré à Clairbief.

Tableau 1 : Caractéristiques des signaux enregistrés à Clairbief et comparaison à ceux publiés par BARATAUD (2005)

	Nombre de signaux analysés	Intervalle		Durée		largeur de bande		fréquence terminale		Fréquence du maximum d'énergie	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Clairbief	9	46.1	8.0	2.7	0.3	74.7	4.6	43.5	1.6	67.1	4.4
Barataud	12	50 à 70	-	3.3	0.9	74	15	37.3	4.2	65.2	6.9

Tableau 2: Données de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) relevées en territoire jurassien depuis 1989. Abréviations: M: mâles, F: femelles, A: adultes, I: immatures, J: juvéniles, X: indéterminé.

DATE	SEXE	AGE	STATION	COMMUNE
27.7.1989	M	A	Allaine	Courtemaîche
28.7.1990	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
28.7.1990	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
28.8.1990	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
29.8.1990	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
14.9.1990	F	A	Grotte de Réclère	Réclère
25.9.1990	M	X	Grotte de Réclère	Réclère
26.9.1990	M	X	Grotte de Réclère	Réclère
26.9.1990	M	X	Grotte de Réclère	Réclère
17.9.1991	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
16.6.1992	F	A	Allaine	Buix
16.7.1992	F	A	Allaine	Buix
19.7.1992	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
16.7.1993	F	A	Allaine	Buix
28.9.1994	F	X	Grotte de Réclère	Réclère
16.8.1995	M	I	Sur Cré	Develier
8.9.1995	M	X	Grotte de Milandre	Boncourt
3.9.1998	M	I	La Charmillotte	Epiquerez
9.8.2000	M	I	Allaine	Porrentruy
14.9.2003	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
4.9.2004	M	J	Grotte de Réclère	Réclère
4.9.2004	M	J	Grotte de Réclère	Réclère
4.9.2004	M	A	Grotte de Réclère	Réclère
4.9.2004	M	J	Grotte de Réclère	Réclère

l'espèce pourrait se reproduire également dans la Basse Allaine, puisque ses terrains de chasse ne semblent guère plus distants de 5 km de leurs colonies (KRULL, 1988). L'individu d'Epiquerez a été trouvé à moins de 7 km de la colonie de Clairbief et appartient à la même région du Clos du Doubs. Le juvénile de Develier, dans la vallée de Delémont, se situe dans une région à l'agriculture plus intensive, au pied des chaînons montagneux qui entourent le Clos du Doubs.

## 5. DISCUSSION

L'aire de répartition du murin à oreilles échancrées est comprise dans la zone paléarctique occidentale (TOPÁL, 2001). Si des populations nombreuses habitent le sud de l'Europe (France, Balkans), cette espèce est plus rare au nord, avec une distribution clairsemée (MITCHELL-JONES *et al.*, 1999). L'atlas des mammifères de la Suisse (HAUSSER, 1995) ne mentionne pas de preuve de

reproduction pour notre pays. Ce n'est qu'à partir de 1995 que quatre colonies y ont été trouvées, au sud des Alpes, la dernière en 2006. Comme dans le Jura, elles sont constituées également de peu d'individus, une trentaine pour la plus importante (MORETTI *et al.*, 2003; M. Mattei-Roesli, comm. pers.).

Le murin à oreilles échancrées peut être présent en montagne, puisqu'il est signalé jusqu'à 2000 m d'altitude (TOPÁL, 2001). La reproduction dans la vallée du Doubs ne paraît donc pas exceptionnelle pour cette espèce. Outre les deux gîtes de parturition connus dans le département du Doubs (un dans la vallée du Doubs proche de Besançon et un dans celle du Dessoubre), un autre gîte de reproduction plus proche (commune de Goumois – France) a été localisé mais il ne semble plus être occupé depuis quelques années (MICHELAT *et al.*, 2005; S. Roué, comm. pers.). Les deux colonies encore existantes dans cette région limitrophe sont numériquement importantes puisqu'elles totalisent 335 femelles, soit 12 % des effectifs



de la région Franche-Comté (MORIN *et al.*, 2005). Il est donc probable que l'importante population de cette espèce en France voisine alimente le Jura suisse, permettant à de petites colonies de s'y développer.

La distribution du murin à oreilles échancrées reste très fragmentaire en Suisse selon nos connaissances actuelles (Figure 2: carte de répartition en Suisse, données des 25 dernières années). Des captures automnales à l'entrée de cavités ont été effectuées à plusieurs reprises dans les cantons de Neuchâtel et du Jura (BLANT *et al.*, 1991), mais de manière unique à Soleure et dans le canton de Vaud (CHAPUISAT & RUEDI, 1993) où cette espèce est restée absente des derniers travaux d'inventaires (MAEDER & PATHEY, 2003) jusqu'en 2007, où une nouvelle capture a été réalisée dans le Parc Jurassien Vaudois (C. Schönbächler, comm. pers.). Le nombre de captures effectuées à l'entrée de la grotte de Réclère font de cette cavité le site principal de cette espèce dans le nord de la Suisse. Les occurrences estivales restent quant à elles peu fréquentes. L'existence d'autres colonies de reproduction dans l'arc jurassien suisse est cependant probable, surtout

dans les régions de basse altitude où l'espèce est mieux représentée, à l'image de la vallée de l'Allaine pour le canton du Jura. Au vu des faibles occurrences signalées, on doit toutefois toujours considérer cette espèce comme rare (DUELLI, 1994) ou vulnérable (IUCN, 2000) et donc prioritaire sur le plan de la protection dans notre pays.

Grâce à son territoire relativement étendu appartenant aux étages collinéen et montagnard inférieur (BUTTLER *et al.*, 2001) en relation avec le Jura tabulaire occidental, le canton du Jura représente sans doute la partie la plus favorable de la chaîne jurassienne suisse pour l'implantation des colonies de reproduction de cette espèce thermophile sub-méditerranéenne (MESCHÉDE & HELLER, 2003).

Ne disposant pas d'informations précises sur la durée d'occupation du site de Clairbief, un suivi sera réalisé ces prochaines années pour établir les besoins éventuels en mesures de gestion ou de protection. Pour la Franche-Comté, MORIN *et al.* (2005) préconisent, outre la préservation des colonies de mise bas, le maintien de la

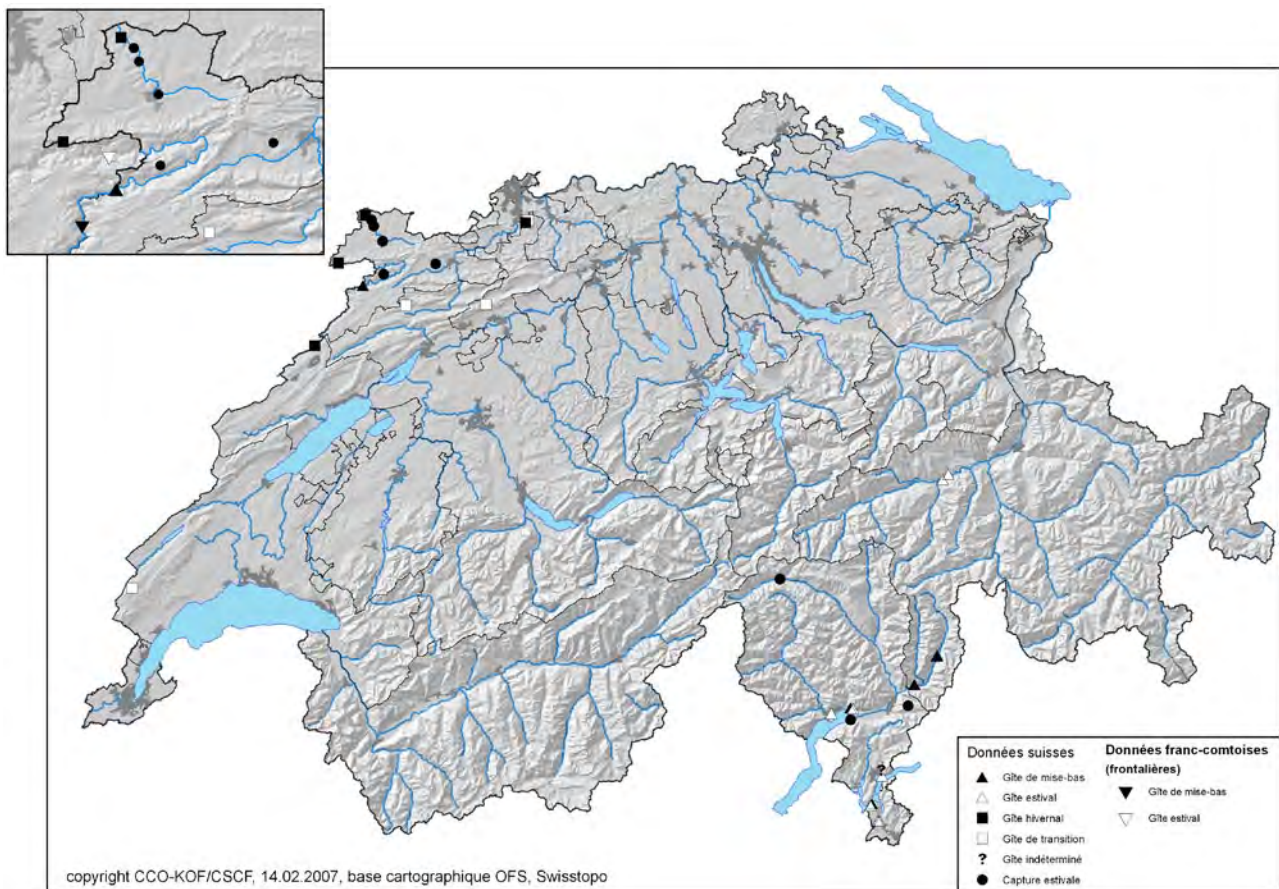


Fig. 2: Répartition des données de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) en Suisse durant les 25 dernières années. Encart: Répartition des données de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) dans le canton du Jura et la zone frontalière.

qualité des habitats dans un rayon de 5 km autour des colonies (structure paysagère variée, diversification des essences, corridors de déplacement, entre autres). Le projet de mise en réseau de surfaces écologiques dans la zone agricole, dans cette partie de la vallée du Doubs, constitue une mesure favorable allant dans ce sens. Le maintien de forêts riches en feuillus et arbustes, recommandé par MESCHÉDE & HELLER (2003), paraît assuré en vertu des critères actuels de gestion forestière qui font appel au renouvellement des espèces en station.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions bien entendu très chaleureusement D. Gobbo, qui ne s'était pas trompé en nous signalant le bâtiment comme favorable à plusieurs espèces de chauves-souris ! Un grand merci aussi à S. Roué pour les informations transmises de l'autre côté de la frontière, à T. Disca pour l'aide à l'identification acoustique et à J.-C. Schaller pour les photographies.

## RÉSUMÉ

Une colonie de reproduction de murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) a été découverte en 2006 dans le Jura suisse. Elle constitue la première preuve de reproduction de cette espèce au nord des Alpes pour notre pays. Le gîte de parturition se trouve dans la grange d'une ancienne ferme transformée en habitation. Il abrite quelques individus seulement, déterminés à vue et de manière bioacoustique. Le canton du Jura constitue pour la partie suisse de cette chaîne montagneuse la région la plus favorable à cette espèce thermophile. Comme des femelles allaitantes ont déjà été capturées dans d'autres parties du canton, son statut régional exact demande à être mieux précisé.

## RÉFÉRENCES

- BARATAUD, M. 2005. Acoustic variability, and identification possibilities for seven European bats of the genus *Myotis*. *Le Rhinolophe* 17: 43-62.
- BLANT, J.-D. 1995. Les chauves-souris du canton de Neuchâtel. *Cahiers du MHN*, éditions de la Girafe, La Chaux-de-Fonds, 3: 71 pp.
- BLANT, J.-D., M. BLANT & P. MOESCHLER. 1991. Recherches appliquées à la protection des chiroptères. 6. Expertise faunistique de la grotte de Réclère (Jura, Suisse). *Le Rhinolophe* 8: 17-24.
- BUTTLER, A., F. GILLET & J.-M. GOBAT 2001. Végétation et flore. In: BLANT M. (dir): *Le Jura*. Ed. Delachaux & Niestlé, Paris: 77-151.
- CHAPUISAT, M. & M. RUEDI. 1993. Les chauves-souris dans le canton de Vaud: statut et évolution des populations. *Le Rhinolophe* 10: 1-37.
- DIETZ C. & O. VON HELVERSEN. 2004. Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic publication, version 1.0, 72 pp.
- DUELLI, P. 1994. *Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse*. OFEFP, Berne, 97 pp.
- ERNE, B. 2007. Inventaire des colonies de Chauves-souris du Clos du Doubs sur les communes de Soubey, Montenol, Epauvillers et Epiquez. Travail de maturité, Lycée cantonal de Porrentruy, 20 p. & 5 annexes.
- GEBHARD, J. 1997. *Fledermäuse*. Birkhäuser, Basel, 381 pp.
- HAUSSER, J. et al. 1995. Mammifères de la Suisse. Répartition, biologie, écologie. Société Suisse de Biologie de la Faune, *Mémoires de l'Académie Suisse des Sciences naturelles*. Birkhäuser éd., Bâle, 103: 501 pp.
- IUCN 2000. The 2000 IUCN red list of threatened species. IUCN, Gland, 258 pp.
- KRULL, D. 1988. Untersuchungen zu Quartiersprüchen und Jagdverhalten von *Myotis emarginatus* (Geoffroy 1806) in Rosenheimer Becken. Dipl.-arbeit Univ. München, 94 S.
- MAEDER, A. & P. PATTHEY. 2003. Inventaire des chauves-souris des cavités du Jura vaudois, résultats préliminaires. 3<sup>èmes</sup> rencontres Jurassiennes chiroptères, 125-138.
- MESCHÉDE, A. & K.-G. HELLER. 2003. Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe* 16: 1-248.
- MICHELAT, D., S. ROUÉ & D. PÉPIN. 2005. *Les mammifères de la montagne jurassienne*. Neo-Typo éditions, Besançon, 183 pp.
- MITCHELL-JONES, A. J. et al. 1999. *The Atlas of European Mammals*. Societas Europaea Mammalogica, T. & A. D. Poyser publ., London, 484 pp.
- MORETTI, M., M. ROESLI, A.-S. GAMBONI & T. MADDALENA. 2003. I pipistrelli del Cantone Ticino. *Memorie della Società ticinese di Scienze Naturali* 6: 1-91.
- MORIN, C., J.-P. PAUL, F. MORA & S. ROUÉ. 2005. Les Espaces Naturels Sensibles du Doubs: élaboration d'une liste départementale d'espèces prioritaires (oiseaux, mammifères, amphibiens, reptiles, odonates et rhopalocères). GNFC, OPIE & CPEPESC. Conseil Général du Doubs: 54 p.
- OBRIST, M., R. BOESCH & P. F. FLÜCKIGER. 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68: 308-322.
- TOPÁL G. 2001. *Myotis emarginatus* – Wimperfledermaus. In: NIETHAMMER J. & KRAPP F. (hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere, Wiebelsheim: 369-404.

## Etat des populations de chiroptères dans le département du Rhône : 20 années de suivi

Daniel Ariagno<sup>1</sup> & Gérard Hytte<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 68, la Voie Romaine, villa 1, F-69290 Craponne (France)

<sup>2</sup> Les Bruyères, F-42750 Mars (France)

**Abstract.** In the South East of France, more specifically the Rhône department, the overwintering bat population in various caves, has been methodically counted for over 20 years.

Over the summer time, particular follow up have been made through net capturing or acoustic detection.

The results of this study period show an increase in the overwintering *Rhinolophus hipposideros*, large *Myotis myotis*, *Myotis blythii* and that of the *Myotis daubentoni*. On the other hand, *Rhinolophus ferrumequinum* maintains a very low population.

Since 1990, new discoveries in the Rhône department have been made and have made it possible to count 25 known species of bats. However, among these, the status of *Nyctalus lasiopterus* or *Eptesicus nilssoni* needs to be defined.

Lastly, *Miniopterus schreibersi*, *Rhinolophus euryale* or *Vespertilio murinus*, that have only been mentioned once or twice in older data, and never seen since, apparently do not belong to our local fauna.

**Keywords:** Chiroptera, Rhône department, South East of France.

### 1. INTRODUCTION

Les chiroptères, qui représentent à eux seuls plus du tiers des mammifères terrestres français, sont l'objet, en Europe comme en France, d'une attention particulière. Leur statut national d'espèces protégées, dont plusieurs sont dans une situation préoccupante, explique aussi la vigilance et les études qui se sont multipliées partout, pour mieux connaître et protéger les chauves-souris. Le développement de nouvelles méthodes d'investigation grâce aux appareils détecteurs d'ultrasons, ou encore les suivis télémétriques, ont ainsi permis des avancées considérables dans la connaissance des espèces présentes, et de leur manière d'utiliser l'espace.

Parallèlement à ces techniques et grâce en partie à elles, quelques nouvelles espèces de chiroptères ont été découvertes et décrites en Europe, dont trois pour la France. Il s'agit de la pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus*, de l'oreillard montagnard *Plecotus macrobullaris* et du murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*. Ces trois espèces ont été retrouvées dans plusieurs départements de la région Rhône-Alpes et dans le département du Rhône pour deux d'entre elles.

Les suivis systématiques des populations départementales entrepris depuis près de 30 ans, spécialement en hiver, avaient donné lieu à un premier bilan (ARIAGNO & SALAÜN, 1991) que les données nouvellement acquises

permettent aujourd'hui d'affiner et de compléter à l'occasion du présent travail.

### 2. QUELQUES RAPPELS

Le département du Rhône, bien que comportant quelques secteurs calcaires, n'est pas un département karstique. Bien au contraire, il s'agit d'un département majoritairement constitué de roches éruptives anciennes constituant la bordure orientale du Massif Central (Monts du Lyonnais et du Beaujolais). Avec une superficie de 3249 km<sup>2</sup>, il est le plus petit des départements rhônalpins, un des plus densément peuplés, soumis de surcroît à une forte pression d'urbanisation induite par l'agglomération lyonnaise.

Le département se caractérise aussi par quelques grandes zones agricoles intensives : le vignoble beaujolais, deux grandes zones céréalières (le val de Saône et l'est lyonnais) et la forêt équienne et monospécifique de « sapins » Douglas sur le haut beaujolais. Les deux premières sont source de dispersion de produits biocides néfastes aux chiroptères.

Les grottes existantes, à une ou deux exceptions près, n'excèdent pas quelques mètres ou dizaines de mètres. Elles sont de faible volume et peu propices à de grandes concentrations de chiroptères troglodytes (par exemple,

*Miniopterus schreibersi* bien que noté une fois en hiver dans une mine n'existe pas dans le Rhône). Par contre de nombreuses mines abandonnées depuis des décennies, voire plusieurs siècles, constituent autant de sites d'hibernation appréciés par les chauves-souris.

Cependant, si les sites d'hibernation ou de transit sont bien connus, on connaît très peu de colonies de reproduction dans le département, à l'exception des colonies de pipistrelles communes et de pipistrelles de Kuhl. Durant l'été 2007 deux petites colonies, l'une de barbastelles et l'autre de petits rhinolophes, ont cependant été découvertes, également en milieu bâti. Il n'est guère douteux que cette méconnaissance soit le fait de prospections insuffisantes, des preuves de reproduction existant pour plusieurs espèces dans le département.

En période estivale par captures aux filets et détection ultra sonore, ou en hiver par comptages, les naturalistes du *Groupe chiroptères Rhône*<sup>1</sup> mènent depuis des décennies des travaux de prospection et/ou de suivis de sites. Pour ces derniers, il s'agit pour l'essentiel de comptages exhaustifs systématiques effectués deux fois par an (décembre et février) dans 6 mines témoins regroupant à elles seules plus de 50 % des effectifs hivernants connus. Il s'agit des cavités artificielles suivantes :

- 1) commune de Claveisolles dans les monts du Haut-Beaujolais : galeries de Valtorte. Deux galeries totalisant une centaine de mètres. Aucun statut de protection,
- 2) commune de Claveisolles dans les monts du Haut-Beaujolais : complexe minier de Vallosières. Vaste ensemble, classé Natura 2000 depuis 2004,
- 3) commune de Le Perréon dans les monts du Haut-Beaujolais : mine du Bout du Monde. Deux galeries superposées totalisant plusieurs centaines de mètres. Aucun statut de protection,
- 4) commune de Légny dans le Beaujolais calcaire : carrières souterraines de Légny. Ensemble de deux carrières de ghor. Aucun statut de protection,
- 5) commune de Saint-Germain-sur-l'Arbresle dans le Beaujolais calcaire : carrières de Glay. Anciennes carrières boisées abandonnées avec un court souterrain. Pas de statut de protection particulier, mais l'ensemble du site est classé espace naturel Sensible (ENS),
- 6) commune de Pollionnay dans les monts du lyonnais, 15 km à l'ouest de Lyon : mine du Verdy. Ensemble de galeries peu profondes totalisant environ 300 m. Site classé Réserve Naturelle Régionale depuis 2007.

1 Groupe informel représentant au niveau départemental le GCRA (Groupe Chiroptère Rhône-Alpes). Le GCRA, rattaché administrativement au CORA Faune Sauvage (Centre ornithologique Rhône-Alpes), conduit de nombreuses études et actions de protection en région Rhône-Alpes.

D'autres mines ou cavités font l'objet de contrôles hivernaux réguliers quoique moins systématiques.

Une première synthèse (ARIAGNO & SALAÜN, 1991) montrait une stabilité globale des effectifs, mais à des valeurs minimales pour certaines espèces comme le grand rhinolophe, qui avaient subi un effondrement de leurs populations.

Depuis 1981, les suivis ont mis en évidence des tendances évolutives portant sur l'expansion probable de certaines espèces, évolutions déjà sommairement évoquées in ARIAGNO, HYTTE & MEYSSONNIER, 2003.

### 3. SITUATION ACTUELLE

Les données recueillies depuis 30 ans sont stockées dans une banque de données. Pour le seul département du Rhône, elle comporte à ce jour plus de 3400 données, concernant 120 communes sur les 293 que comporte le département du Rhône, dont moins de 140 sont dites rurales. Elles proviennent d'une trentaine d'observateurs indépendants ou appartenant à une dizaine de structures associatives. Plusieurs études, commanditées par des collectivités publiques ou des bureaux d'études, ont été réalisées par l'un de nous (FRAPNA-Rhône & HYTTE, 2001 à 2007), utilisant en partie les techniques bioacoustiques (détecteur type Petterson D200).

A ce jour, 24 espèces sont connues comme présentes dans le département du Rhône, contre 18 seulement en 1991 (cf. infra, Tableau 1). Trois autres espèces, notées seulement une ou deux fois en 30 ans, posent la question de leur appartenance réelle à la faune départementale. Nous en reparlerons.

Par rapport à 1991, le département du Rhône héberge aujourd'hui 5 espèces supplémentaires : le murin d'Alcathoe, la pipistrelle pygmée, le molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*, la sérotine de Nilsson *Eptesicus nilssonii* et la grande noctule *Nyctalus lasiopterus*, espèces dont les statuts restent à préciser. D'autres espèces, connues d'un seul individu comme le vespère de Savi *Hypsugo savii*, ont vu leur présence estivale confirmée, telle la pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* connue antérieurement par des individus hivernants bagués, en provenance du nord de l'Europe (SALAÜN, 1991). Le Tableau 1 indique les statuts comparés des espèces entre 1991 et 2006.

Finalement, comparée à la trentaine d'espèce présentes en Rhône-Alpes, et bien que n'atteignant pas celle des départements karstiques voisins (Ain, Ardèche, Drôme, Isère...), la biodiversité chiroptérologique du département s'avère satisfaisante, même si quelques espèces potentielles restent encore à découvrir.

Le Tableau 2 compare les départements de Rhône-Alpes en fonction des espèces de chiroptères qu'ils hébergent.

Tableau 1 : Département du Rhône : comparaison 1991 et 2007

ESPECE	1991	2007	ESPECE	1991	2007
Grand rhinolophe	+	+	<b>Grande Noctule</b>		+
Petit rhinolophe	+	+	Noctule commune	+	+
Rhinolophe euryale	?	?	Noctule de Leisler	+	R
Grand murin	+	Rpr ?	Pipistrelle commune	R	R
Petit murin	+	+	<b>Pipistrelle pygmée</b>		+
Murin de Daubenton	R	R	Pipistrelle de Kuhl	R	R
Murin à moustaches	+	+	Pipistrelle de Nathusius	+	Rpr ?
<b>Murin d'Alcathoe</b>		+	Vespère de Savi	?	+
Murin de Natterer	+	+	Barbastelle d'Europe	+	R
Murin à oreilles échanquées	+	+	Oreillard brun	R	R ?
Murin de Bechstein	R	R	Oreillard gris	+	R
Sérotine bicolore	?	?	Minioptère de Schreibers	?	?
Sérotine commune	Rpr	Rpr	<b>Molosse de Cestoni</b>		+
<b>Sérotine de Nilsson</b>		+			

**+** : présence avérée ; **+?** = présence à confirmer ; **R** = reproducteur certain ; **Rpr** = Reproducteur probable  
**?** = occasionnel, données anciennes (>20 ans). En **gras** les nouvelles espèces.

#### 4. LES ESPÈCES

Nous allons passer rapidement en revue les espèces présentes à ce jour dans le département du Rhône et les questions qu'elles suscitent.

##### 4.1. Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*

C'est l'espèce la plus préoccupante. Les colonies de reproduction et les concentrations de plusieurs dizaines d'individus, en transit ou en hibernation, des années 1960 ne sont qu'un lointain souvenir. L'effondrement des effectifs départementaux était déjà accompli avant la période 1980-1991, et les effectifs hivernaux ne dépassent plus aujourd'hui que quelques unités (individus isolés), se maintenant à ce niveau bas depuis des années. Les comptages hivernaux sur les sites témoins totalisent au mieux une douzaine d'individus et souvent moins de dix.

En janvier-février 2004, un comptage « exhaustif » de tous les sites souterrains connus du département (n=45), n'a permis de trouver l'espèce que sur 11 d'entre eux pour un total de 28 individus seulement (GCRA-Rhône, non publié), soit une moyenne de 2,5 par site occupé (extrema : 1 et 10, cette dernière valeur pour un seul site, complexe de 4 galeries).

Bien que l'espèce soit effectivement en régression en Europe, la situation alarmante du département du Rhône

ne semble pas se retrouver dans les départements voisins, du moins à un stade aussi crucial.

Le régime alimentaire du grand rhinolophe comporte divers insectes dont les tipules et de gros insectes, notamment en été et automne, hannetons et scarabées coprophages (*Aphodius* en particulier) (GREMILLET, 1999; BOIREAU *et al.*, 2007). Il utilise volontiers pour ses déplacements de chasse les linéaires de haies et les espaces pâturés par le bétail susceptibles de lui fournir en abondance ses proies préférées. Il se pourrait que la très forte diminution des coprophages suite aux traitements antiparasitaires du bétail (stérilisation des bouses et des crotins) (CAROFF *et al.*, 2003) et la régression des haies soient à l'origine de l'effondrement des effectifs après les années 60 et de leur maintien aujourd'hui à un niveau exceptionnellement bas dans le département.

##### 4.2. Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*

Contrairement à l'espèce précédente, le petit rhinolophe voit ses effectifs hivernants augmenter régulièrement, non seulement sur les mines témoins faisant l'objet de suivis, mais aussi sur la quasi-totalité des sites visités. Aussi faibles il y a 25 ans que ceux du grand rhinolophe, les effectifs du petit rhinolophe ont commencé à croître puis à les dépasser à partir de 1993 (Fig. 1).

Le plus souvent, le petit rhinolophe est observé isolément ou à quelques individus dans de nombreuses cavités. Un

Tableau 2 : Les 30 espèces de chiroptères présentes en Rhône-Alpes (mise à jour décembre 2007).

	AIN	ARDECHE	DROME	ISERE	LOIRE	RHONE	SAVOIE	Hte SAVOIE
Grand rhinolophe	R	Rpr	R	R	+	+	R	R
Petit rhinolophe	R	R	R	R	+	Rpr	R	R
Rhinolophe euryale	+	R	?	?		?		?
Grand murin	R	R	R	R	Rpr	Rpr	R	R
Petit murin	+	R	R	R	+?	+	R	+
Murin de Capaccini		R						
Murin de Daubenton	R	R	R	R	R	Rpr	R	R
Murin de Brandt	+		R	Rpr			+?	+
Murin à moustaches	R	+	R	R	Rpr	+	R	R
Murin d'Alcatheo	+	+	Rpr	+	+	+		+
Murin de Natterer	+	+	R	R	R	Rpr	R	Rpr
Murin à oreilles échancrées	R	R	R	R	R	+	R	R
Murin de Bechstein	+	+	R	R	Rpr	Rpr	R	R
Sérotine bicoloré		+	+	Rpr	+	?	R	+
Sérotine commune	R	R	R	R	R	Rpr	+	+
Sérotine de Nilsson	+		+	+		+	+	+
Grande noctule			+			+		+
Noctule commune	+	R	R	Rpr	+	+	+	+
Noctule de Leisler	+	R	Rpr	R	+	Rpr	+	Rpr
Pipistrelle commune	R	R	R	R	R	R	R	R
Pipistrelle pygmée	+	+	+	+	+	+	+	Rpr
Pipistrelle de Kuhl	R	R	R	R	R	R	R	+
Pipistrelle de Nathusius	+	+	+	Rpr	+	Rpr?	+	Rpr
Vespère de Savi	Rpr	+	R	R	+	+	R	+
Barbastelle d'Europe	R	+	R	R	R	R	R	R
Oreillard brun	R	+	R	R	+	R	R	R
Oreillard gris	R	R	R	R	R	Rpr	R	R
Oreillard montagnard	+		R	R			R	
Minioptère de Schreibers	+	R	R	+	?	?	+	?
Molosse de Cestoni	+	R	+	Rpr	+	+	+	Rpr
<b>Nombre total d'espèces</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>28-29</b>	<b>27-28</b>	<b>22-24</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>26</b>

**+** : présence avérée ; **+?** = présence à confirmer ; **R** = reproducteur certain ; **Rpr** = Reproducteur probable ; **?** = occasionnel ou données anciennes (>25 ans)

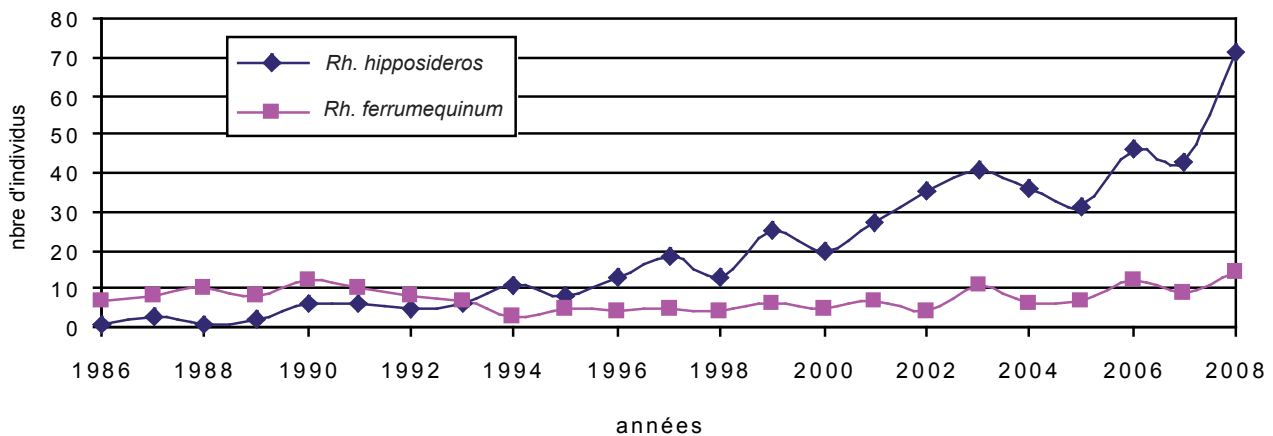


Fig. 1 : Variations des effectifs hivernants de rhinolophes dans 6 mines témoins du département du Rhône (mois de février).

site de regroupement hivernal, important pour le département, a été trouvé dans la grotte de Charmont (commune de Ville-sur-Jarnioux, dans le Beaujolais calcaire), par des spéléologues membres du groupe chiroptères: la cavité, défendue par une étroiture d'entrée et un ressaut de 5 m, hébergeait 24 individus en décembre 2005. C'est là la plus forte concentration connue pour le département.

Par ailleurs, deux rassemblements estivaux (15 et 20 individus) de possible reproduction ont été notés dans des bâtiments privés en 2003 et 2005. En 2007, une de ces colonies a pu être confirmée comme étant reproductrice, avec l'observation par l'un de nous, de femelles volant avec leur jeune accroché à elle (commune du Breuil). La reproduction du petit rhinolophe dans le Rhône est donc certaine, ce que l'on supposait déjà, compte tenu de sa fréquence en hibernation et des faibles déplacements qu'effectue l'espèce entre ses gîtes de reproduction et d'hivernage.

Comparé au grand rhinolophe, l'accroissement des effectifs du petit rhinolophe pourrait trouver une explication dans son régime alimentaire différent (diptères, lépidoptères, trichoptères) n'incluant pas les scarabées coprophages que consomme le grand rhinolophe. La Figure 1 compare les effectifs hivernants du grand et du petit rhinolophe entre 1985 et 2007 pour le mois de février. La courbe concernant les comptages de décembre montrerait des profils similaires avec des valeurs légèrement inférieures.

Le graphique montre clairement que c'est en 1993 qu'a commencé l'évolution positive de l'espèce qui avait précédemment des effectifs inférieurs à ceux de *R. ferrumequinum*.

La question se pose de savoir si la mise en place d'une protection visant à limiter la pénétration humaine, sur 2 des sites-témoins pourrait être la cause de cette augmentation. La réponse est clairement non, l'accroissement

des effectifs ayant été constaté aussi sur des sites non protégés, tandis qu'au moins un site protégé n'a pas montré d'accroissement significatif.

Le petit rhinolophe a besoin de terrains de chasse diversifiés, avec « des milieux ouverts à végétation basse (avec présence éventuelle de déjections de bétail) » (ROUÉ & BARATAUD, 1999), notamment les linéaires végétaux en bordure de rivières (ripisylves), où il chasse dans le feuillage et entre les branches, .

#### 4.3. Rhinolophe euryale *Rhinolophus euryale*

Voir paragraphe *Cas particuliers*.

#### 4.4. Grand murin *Myotis myotis* et petit murin *Myotis blythii*

Ces deux espèces « jumelles », difficiles à différencier sans manipulation, sont présentes dans le département du Rhône. Elles ont été mises en évidence grâce à quelques captures au filet ou pendant des contrôles en gîte hors période hivernale. Lors des comptages hivernaux, les animaux ne sont pas manipulés et les deux espèces sont alors regroupées sous l'appellation « murins de grande taille ».

La présence fréquente en Suisse et dans d'autres populations d'une touffe de poils blanchâtres entre les oreilles chez *Myotis blythii* (DIETZ & HELVERSEN, 2004) n'a jamais été constatée dans le département du Rhône, que ce soit sur des individus en hibernation (non manipulables) ou capturés en été au filet.

Comme pour le petit rhinolophe, on observe un accroissement régulier des effectifs hivernants dans les mines témoins faisant l'objet des suivis annuels (cf. Fig. 2). Pour autant, on ne connaît toujours aucune colonie de reproduction de ces espèces dans le département du Rhône. On ne peut exclure que l'accroissement constaté

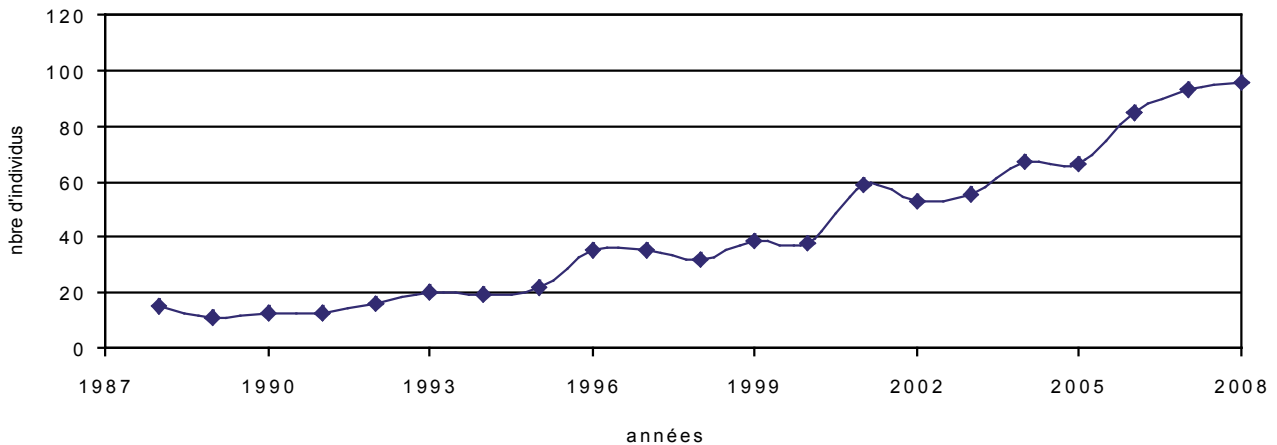


Fig. 2: Evolution des effectifs hivernants des « murins de grande taille » pour 6 sites témoins (mois de février).



Deux murins en hibernation dans une mine du Beaujolais

en hiver soit dû à des apports en provenance de départements voisins. Ces deux espèces sont en effet susceptibles d'effectuer de grands déplacements (jusqu'à 200 km) entre leurs sites estivaux de reproduction et ceux d'hivernage (MESCHEDE & HELLER, 2003). Malgré tout, et bien que restant à confirmer, la reproduction des deux espèces de murins de grande taille dans le Rhône reste possible, comme le suggèrent les captures au filet de mâles sexuellement actifs (gonades gonflées) en période de rut, fin septembre début octobre. Les deux espèces possèdent des colonies reproductrices dans les départements voisins (CORA, 2002).

En été, sur un même site, lors de captures au filet, les deux espèces ont été capturées en petit nombre mais dans des proportions équivalentes : 10 grands murins pour 9 petits murins sur une période de 18 ans.

Le grand murin *Myotis myotis*, est une espèce dont les terrains de chasse sont plutôt forestiers, et les proies constituées de gros insectes (carabes, orthoptères...) qui peuvent être capturés au sol (MESCHEDE & HELLER, 2003). Le petit murin chasse au contraire dans la strate herbacée ou les milieux ouverts buissonnants, où il capture des orthoptères, larves, etc. (ARLETTAZ, 1995).

Les murins de grande taille sont présents en hiver dans toutes les cavités minières du département sauf curieusement d'une seule, s'ouvrant dans une prairie : la mine du Verdy, commune de Pollionnay. Les autres cavités sont toutes en milieu boisé ou à proximité immédiate de zones boisées.

#### 4.5. Murin à moustaches *Myotis mystacinus*

Il n'est pas impossible que dans un avenir proche, plusieurs espèces soient présentes sous cette dénomination, et plutôt que *Myotis mystacinus*, il conviendrait de parler de *chiroptères du groupe mystacinus*. Pour l'heure et en l'absence d'éléments définitifs, nous conservons l'appellation traditionnelle.

Les premières données départementales concernant cette espèce remontent à 1989 dans un site d'hivernation. Depuis, l'espèce est observée régulièrement en hiver dans plusieurs mines abandonnées, toujours en petit nombre. A l'instar de la barbastelle d'Europe, *Myotis mystacinus* semble ne pas craindre, pour passer l'hiver, les sites froids ou les zones froides proches des entrées. Un site traditionnel d'hivernation pour l'espèce a d'ailleurs disparu suite à des travaux d'aménagement ayant modifié la géographie d'une cavité fonctionnant auparavant comme « piège à froid ».



Depuis 20 ans, dans les sites témoins contrôlés en hiver, les effectifs restent stables à moins de 10 individus, à deux exceptions : décembre 1994 et février 2003, avec respectivement 16 et 13 individus. En février 2004, un comptage « exhaustif » de toutes les cavités connues dans le département a conduit à un total de seulement 12 *Myotis mystacinus* (3,5 % de l'effectif hivernant).

Les données estivales sont rares et proviennent des suivis par capture au filet sur un site boisé constitué d'anciennes carrières (carrières de Glay, commune de Saint-Germain-sur-l'Arbresle) : sur une période d'une quinzaine d'années, 13 murins à moustaches ont été capturés sur un total de 612 chauves-souris. La capture en fin d'été de quelques mâles aux gonades gonflées fait supposer une possibilité de reproduction de cette espèce forestière.

Les individus observés dans le département sont parfois très sombres, presque aussi noir que la barbastelle, tandis que d'autres sont d'un brun plus clair.

#### 4.6. Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*

Nouvelle espèce décrite de Grèce (HELVERSEN *et al.*, 2001), le murin d'Alcathoe a été confirmé en France en 2002 (RUEDI *et al.*, 2002) et trouvé depuis dans la plupart des départements de la région Rhône-Alpes. Pour le département du Rhône, c'est au cours de l'été 2004 que l'espèce a été contactée pour la première fois au détecteur d'ultrasons, dans les monts du Lyonnais, près de Tarare (vallon du Boussuivre sur la commune de Joux), par un bureau d'études travaillant sur le projet d'autoroute A89 (CETE de Lyon, 2005).

Récemment (été 2007) de nouveaux contacts ont été obtenus sur un autre secteur des monts du Lyonnais (vallon du Rossand, Chico-Sarro, comm. pers.). Toutes ces données bioacoustiques ont été validées.

Il n'est pas exclu que cette espèce encore mal connue ait été comptabilisée en hiver avec des espèces très proches comme le murin à moustaches ou le murin de Daubenton.

#### 4.7. Murin de Daubenton *Myotis daubentoni*

Pratiquement inconnue avant 1990 (ARIAGNO *et al.*, 2003), l'espèce peut être considérée comme commune sans toutefois être abondante, sur l'ensemble du département. Elle est régulière en petit nombre, en hibernation dans la plupart des sites souterrains, ainsi qu'en été sous les ponts au-dessus des rivières, mais on ne connaît pas de site de reproduction dans le département. Le murin de Daubenton est aussi assez souvent capturé ou détecté en été, lors des campagnes de prospection ou de suivi à l'aide de filets spéciaux ou de détecteurs d'ultrasons.

Ainsi, sur le site de carrières de Glay (commune de Saint-Germain-sur-l'Arbresle), l'espèce a été capturée 46 fois

pour un total de 612 chauves-souris. La capture fréquente de mâles sexuellement actifs (gonades gonflées), fait admettre que l'espèce est probablement reproductrice dans le département du Rhône.

Sur les sites suivis en hiver, on ne note pas d'évolution très significative de la population hivernante. Cependant, sur la Figure 3, la courbe linéaire de tendance montre une légère augmentation. Le nombre de données estivales (captures ou observation sous des ponts) est par contre en augmentation sans qu'on puisse dire s'il s'agit d'une augmentation de la population ou de l'effort de prospection.

Le murin de Daubenton se nourrit de petites proies (diptères entre autres) qu'il chasse en volant au ras de la surface, au-dessus des rivières et des plans d'eau, mais aussi dans des milieux bocagers et/ou arborés.

#### 4.8. Murin de Natterer *Myotis nattereri*

En Rhône-Alpes, le département du Rhône semble être celui où le murin de Natterer est le plus fréquemment observé en hiver, sinon le plus abondant. Ses effectifs pourraient être en augmentation si l'on considère sa rareté dans les années 1960 (TUPINIER & PONTILLE, 1971). Aujourd'hui, il est quasiment omniprésent en hiver dans les sites contrôlés, constituant même le gros des effectifs dans la réserve naturelle de la mine du Verdy à Pollionnay (souvent plus de 50 % des chiroptères présents en hibernation) ou dans celle de Breté à Monsols. Lors du comptage « exhaustif » de février 2004, avec 43 individus, l'espèce a figuré à la troisième place quant aux effectifs recensés, derrière les « murins de grande taille » (n=105) et le petit rhinolophe (n=88).

Les comptages hivernaux font apparaître d'importantes fluctuations des effectifs (cf. Fig. 3), liées à des paramètres pour l'instant mal connus (variations de température, taux d'humidité, présence de courants d'air, dérangements,...). Cependant, si une augmentation des effectifs observés a bien eu lieu à partir de 1985, et bien que la courbe linéaire de tendance reste orientée à la hausse, il se pourrait qu'on assiste aujourd'hui à une chute de la population hivernante, chute amorcée en 2000 et que les comptages de février 2007 et 2008 semblent confirmer.

En période estivale, le murin de Natterer est beaucoup moins contacté : 43 captures seulement sur 612 chauves-souris en 15 ans, sur le site des carrières de Glay (7 %). Des individus isolés sont assez souvent trouvés en été sous des ponts. Concernant le statut de l'espèce dans le département, la possibilité d'une reproduction n'est attestée que par la capture en septembre 1995, dans le massif du Mont d'Or, de 6 mâles sexuellement actifs (gonades gonflées). Cependant, en considérant l'omniprésence de l'espèce dans le département, on peut admettre une reproduction probable, mais qui reste toutefois à démontrer de manière formelle.

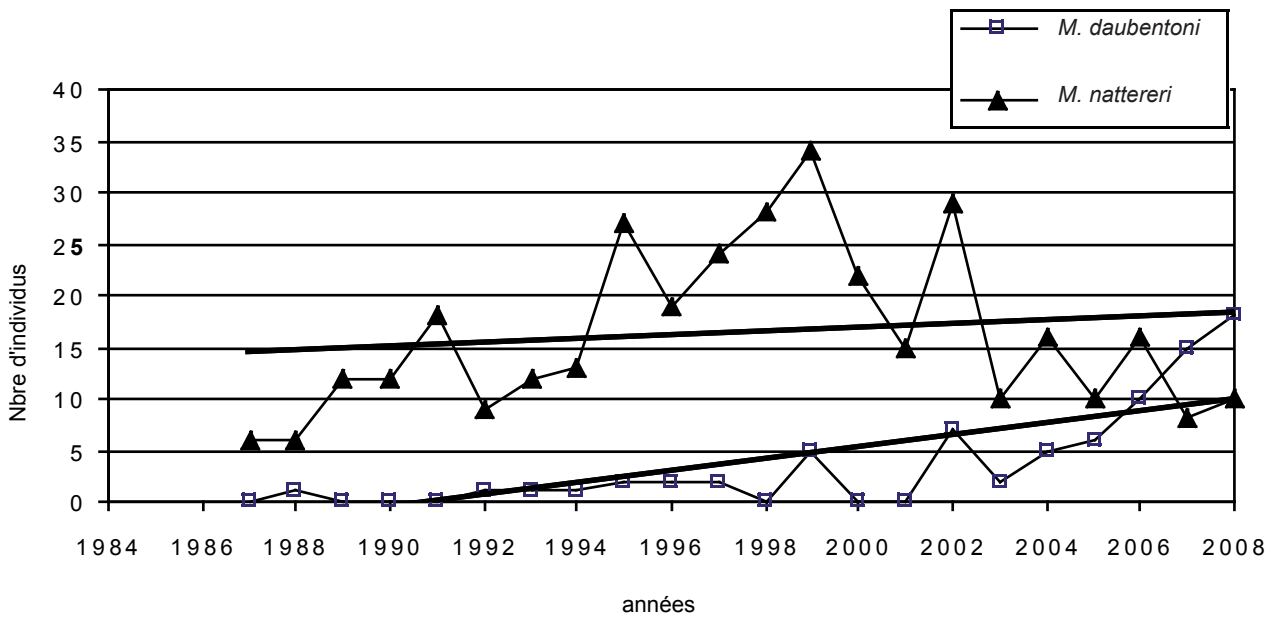


Fig. 3: Effectifs hivernants du murin de Natterer et du murin de Daubenton dans 6 mines témoins (mois de février).

Le murin de Natterer chasse volontiers dans le feuillage des milieux forestiers où il capture ses proies, parmi lesquelles figurent des araignées.

#### 4.9. Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*

Les données départementales concernant cette espèce patrimoniale sont peu nombreuses: pour le département du Rhône, sur plus de 3400 données de chiroptères recueillies entre 1985 et 2006, seules 45 concernent le murin à oreilles échancrées. Rare en hibernation dans les sites connus, l'espèce est également peu capturée: 9 individus sur 612 captures dans les carrières de Glay déjà citées. Elle n'est présente que dans une dizaine de communes du département.

Espèce patrimoniale, le murin à oreilles échancrées dépend pour sa survie de milieux diversifiés riches en insectes, comme en procurent les zones d'élevage bovin par exemple (ROUÉ & BARATAUD, 1999). Son régime alimentaire comporte surtout des diptères et des araignées (Argiopidés), mais aussi des neuroptères et hémiptères (ARTHUR, 2001).

#### 4.10. Murin de Bechstein *Myotis bechsteini*

Espèce réputée rare en région Rhône-Alpes, le murin de Bechstein est une espèce patrimoniale forestière, bien représentée dans le département du Rhône. Connue jusqu'à la fin des années 1970 seulement par quelques individus isolés hivernant dans des mines beaujolaises, l'espèce s'est avérée abondante sur le site d'anciennes carrières boisées déjà mentionnées: 232 sur 612 captures soit 37,9%.

Présente sur 13 communes seulement du département, elle figure 150 fois sur 3400 dans la banque de données départementale. La reproduction de l'espèce dans le Rhône est hautement probable.

Le murin de Bechstein affectionne pour chasser les milieux boisés à plusieurs strates de végétation. Il capture ses proies au sol ou dans le feuillage des arbres. Les espèces capturées mesurent entre 3 et 26 mm: diptères, lépidoptères mais aussi coléoptères, araignées, myriapodes, chenilles... (HUET, 2001).



Murin de Bechstein capturé au filet

#### 4.11. Sérotine bicolore *Vespertilio murinus*

Voir paragraphe *Cas particuliers*.

#### 4.12. Sérotine commune *Eptesicus serotinus*

Grâce aux techniques de détection, la sérotine commune a été localisée sur plusieurs nouvelles communes du département. Fréquentant les parcs arborés et les forêts, elle a été trouvée dans l'est lyonnais (fort de Saint-Priest par exemple, Chico-Sarro, comm. pers.), dans le val de Saône (communes de Quincieux-sur-Saône et d'Anse, Letscher, comm. pers.), ou encore dans le vallon boisé du Boussuivre près de Tarare. Elle a été détectée en activité de chasse dans un vallon des monts du Lyonnais en 2005. Un individu a séjourné plusieurs jours derrière un volet à Saint-Genis-Laval durant l'été 2005.

Dans le département du Rhône, la sérotine commune n'est connue que d'une quinzaine de communes. Toutefois, la répartition des données semble indiquer une aire de distribution importante, couvrant probablement l'ensemble du département.

L'espèce est régulièrement capturée en septembre-octobre dans les anciennes carrières précitées (23 captures sur 612, soit 3,8 %). Sur ce site, des couples, avec les mâles sexuellement actifs, ont été capturés simultanément à plusieurs reprises, permettant à la sérotine commune d'avoir le statut de reproducteur probable dans le département.

L'espèce chasse volontiers en zone forestière, dans les clairières, les trouées végétales, les fonds humides et dépôts de bois, mais aussi dans la zone des houppiers (MESCHEDE & HELLER, 2003).

#### 4.13. Sérotine de Nilsson *Eptesicus nilsoni*

En juillet 2006, un chiroptérologue travaillant à un inventaire faunistique sur le tracé d'un futur raccordement autoroutier eut la surprise d'enregistrer, sur deux communes différentes, 8 signaux sonores de la sérotine de Nilsson en activité de chasse (Letscher, comm. pers.). L'espèce, considérée comme rare en Rhône-Alpes (CORA, 2002), est normalement inféodée aux forêts froides d'altitude, généralement au-dessus de 800-1000 m, bien qu'elle vienne localement chasser dans les villages de montagne autour des lampadaires, comme nous avons pu le constater dans un village savoyard du massif des Bauges, lors des rencontres annuelles du Groupe Chiroptères Rhône-Alpes en 2006.

Sa présence en val de Saône, à 400 m d'altitude, pose l'intéressante question de savoir s'il s'agit d'une présence occasionnelle (transit ?) ou si elle est l'indice d'une population départementale passée jusqu'ici inaperçue.

Récemment, cette espèce vient d'être « découverte » dans

le massif du Pilat par R. Letscher (comm. pers.) et en d'autres points du Massif Central.

La prospection des zones montagnardes du Haut-Beaujolais pourrait à ce titre réserver des surprises.

#### 4.13. Noctule commune *Nyctalus noctula*

Grâce encore aux techniques de détection acoustique, la noctule commune, espèce typiquement arboricole, hôte des vieux arbres creux, a été localisée jusque dans les parcs urbains comme celui de la Tête d'Or à Lyon, celui du domaine de Lacroix-Laval (Tupinier, comm. pers.), ou encore l'espace boisé du fort de Saint-Priest et les monts du Lyonnais (Chico-Sarro, comm. pers.). Facile à identifier au détecteur, tout comme la noctule de Leisler, on retrouve ces 2 espèces dès la présence de boisements âgés, notamment dans la périphérie ouest de Lyon et le versant Saône du plateau de Caluire.

Jamais trouvée en hibernation, elle n'est mentionnée dans la banque de données que sur une douzaine de communes du département, mais il n'est guère douteux qu'elle soit plus répandue.

L'espèce utilise comme territoire de chasse et aussi comme gîtes temporaires, les forêts alluviales et « l'espace aérien au-dessus de plans d'eau, chaumes, prairie, etc. » selon MESCHEDE & HELLER, 2003.

Le maintien des vieux arbres est indispensable à la survie de la noctule commune.

#### 4.14. Grande noctule *Nyctalus lasiopterus*

Connue pour ses migrations transalpines à longues distances, la grande noctule restait, il y a peu encore, une espèce mythique en Rhône-Alpes et même en France.

Des données récentes ont été obtenues de divers départements du Massif Central (GCRA, comm. pers.). L'espèce est connue actuellement de Corse où plusieurs gîtes arboricoles ont été découverts. En Rhône-Alpes, outre les données déjà anciennes sur les cols frontaliers franco-suisse (Col de Bretolet...), viennent d'être obtenues des données du sud du département de la Drôme (Vincent, comm. pers.).

Dans le département du Rhône, un premier contact bioacoustique certain (confirmation Barataud, enregistrement conservé) a été obtenu en juin 2007 dans un vallon boisé des monts du Lyonnais lors d'une étude d'inventaire (Chico-Sarro, comm. pers.). Il s'agissait d'un individu en activité de chasse, environ 20 minutes avant le coucher du soleil. Une seconde donnée a été enregistrée sur la commune de Légny, forêt de la Flachère, fin septembre 2007 par Deana (GCRA, comm. pers.). L'individu, peut-être en transit, semblait voler au-dessus des arbres et fut tout d'abord pris pour le molosse de Cestoni. L'examen

ultérieur de l'enregistrement a montré qu'il s'agissait de la grande noctule (confirmation Barataud et Bernard).

La découverte de la grande noctule dans le département du Rhône est d'un grand intérêt, mais il reste à préciser le statut de l'espèce.

#### 4.15. Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*

Espèce nettement arboricole dont la connaissance a bien progressé depuis quelques années (CORA, 2002). Une seule citation datant de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle a concerné l'espèce dans le Rhône, jusqu'en 1987 où un spécimen fut trouvé mourant à Lyon (ARIAGNO, 1987).

Il fallut encore attendre quelques années pour que les citations se multiplient quelque peu... Aujourd'hui on peut considérer l'espèce comme relativement commune. Les techniques bioacoustiques ont permis de la détecter sur 19 communes, réparties du nord au sud du département, et notamment dans les parcs urbains comme le Parc de la Tête d'Or à Lyon (Tupinier, comm. pers.), ou périurbains comme le domaine de Lacroix-Laval (ARIAGNO, 2002). Sur ce dernier site, la pose de gîtes artificiels a montré que ceux-ci étaient rapidement et majoritairement occupés par l'espèce (jusqu'à 8 individus dans un seul gîte). Des mâles sexuellement actifs et des couples isolés dans les gîtes artificiels laissent penser à une reproduction hautement probable, sinon certaine.

Dans ces parcs arborés, l'espèce semble être particulièrement abondante, trouvant là les vieux arbres creux qui constituent ses gîtes optima.

La noctule de Leisler utilise comme territoire de chasse des milieux variés, allant du houppier des forêts aux haies et boisements ripicoles.

Elle n'a par contre jamais été capturée au filet dans le département, ni découverte dans ses gîtes d'hibernation.

Si l'espèce semble commune aujourd'hui, on ne peut arguer d'une augmentation des populations depuis 30 ans. Ce sont seulement les moyens et l'effort de prospection qui ont montré que l'espèce n'a sans doute jamais été très rare dans les biotopes favorables.

Elle reste à trouver dans de nombreux autres endroits du département, ce que les techniques bioacoustiques devraient faciliter.

#### 4.16. Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*

Lors de précédents travaux (ARIAGNO & SALAÜN, 1991), la pipistrelle commune était donnée comme moins répandue que la pipistrelle de Kuhl. Depuis, de nombreuses données sont venues modifier quelque peu cette impression. La pipistrelle commune apparaît comme plus forestière, plus « campagnarde », voire même « montagnarde », constituant dans les bâtiments des colonies monospécifi-

ques pouvant dépasser 100 individus (124 à Meaux-la-Montagne par exemple). Elle constitue cependant le plus souvent de petites colonies de reproduction de quelques dizaines d'individus dans des maisons où elles s'installent sous les tuiles, les lambris de façade ou les trous de maçonnerie à l'angle d'une poutre du toit. Des individus isolés ont assez souvent été observés en été derrière des volets. La pipistrelle commune utilise comme territoire de chasse les structures villageoises (haies, vergers, jardins, squares, lampadaires...) et aussi les allées forestières. Elle a ainsi été capturée au filet vers 850 m d'altitude sur des chemins en pleine forêt du massif du Saint-Rigaud et en divers autres points du département. Elle figure pour 125 données dans la banque départementale, données réparties sur 37 communes. Une dizaine de colonies de reproduction sont connues.

En hiver, la pipistrelle commune n'est par contre connue que de deux stations hébergeant sans doute plusieurs dizaines d'individus : les disjointements d'un souterrain voûté aux carrières de Glay et les tunnels d'écoulement du ruisseau le Morgon dans Villefranche-sur-Saône<sup>2</sup>.

#### 4.17. Pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus*

Espèce nouvellement décrite en 1999 (JONES & BAR-RATT, 1999), elle se différencie essentiellement de la précédente par sa fréquence d'émission située aux alentours de 55 kHz contre 45 kHz pour *P. pipistrellus*. Des critères de détermination morphologiques existent, mais semblent difficiles à mettre en évidence. Sur la base de sa fréquence ultrasonore, la pipistrelle pygmée a été trouvée depuis dans la plupart des départements de Rhône-Alpes. Pour le Rhône, elle est connue de la vallée du Rhône au sud de Givors, et d'une commune périurbaine de l'ouest lyonnais (Tupinier, comm. pers.).

#### 4.18. Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhli*

Espèce d'affinité méditerranéenne, la pipistrelle de Kuhl est bien représentée dans le département du Rhône, où elle constitue la majorité des colonies de reproduction en zone urbaine ou périurbaine, et d'une manière générale à basse altitude. Le point le plus élevé où l'espèce a été trouvée se situe à 700 m dans les monts du Lyonnais. Elle se reproduit le plus souvent sous les tuiles, derrière des volets ou sous les voligeages du toit où elle accède par de minuscules ouvertures situées à la jointure d'une poutre ou au sommet d'un mur.

Des individus isolés, mâles souvent, sont trouvés dans des gîtes artificiels ou capturés au filet en été.

Reproductrice dans le département, l'espèce est connue de 29 communes avec une vingtaine de colonies de repro-

<sup>2</sup> Site découvert en 2002 par les gardes du Conseil Supérieur de la Pêche et régulièrement occupé en hiver.

duction. En juin 2005, une femelle fut trouvée morte à Couzon-au-Mont-d'Or avec deux jeunes encore vivants et pesant 1,5 et 1,7 g. Lors d'une opération de sauvegarde chez des particuliers, dix femelles formaient une colonie dont 5 avaient des nouveau-nés encore aveugles ; le poids d'un des juvéniles était aussi de 1,6 g.

Aucune donnée hivernale n'est connue à ce jour.

#### 4.19. Pipistrelle de Nathusius *Pipistrelle nathusii*

Connue pour ses grandes migrations transeuropéennes, la pipistrelle de Nathusius n'a longtemps été connue du département que par des captures occasionnelles hivernales d'individus bagués dans le nord de l'Europe (SALAÜN, 1991) ou de gîtes d'hibernation dans des arbres creux ou des tas de bois. Par exemple, plusieurs individus ont été trouvés dans un arbre creux abattu en janvier 1989 à Saint-Genis-Laval près de Lyon. Elle a aussi été découverte en été par détection acoustique, des captures au filet ou encore dans des gîtes artificiels installés dans un parc boisé périurbain (domaine de Lacroix-Laval). A l'instar de la région Rhône-Alpes, on ne sait pas si l'espèce est reproductrice dans le département, malgré la découverte ou la capture de mâles actifs en fin d'été. La pipistrelle de Nathusius est à ce jour connue de 18 communes du département.

Elle a été trouvée avec une certaine abondance par Dubois dans des pelotes de réjection de hibou moyen-duc récoltées au parc de Miribel-Jonage entre 2000 et 2002 (DUBOIS, 2001). Ainsi, 27 crânes de *P. nathusii* ont été déterminés sur un total de 41 chiroptères<sup>3</sup> pour un ensemble de 88 crânes. Un tel ratio est exceptionnel et laisse supposer une spécialisation des hiboux sur les chauves-souris et l'exploitation d'une opportunité, connue pour l'instant d'eux seuls...

Du fait d'une trop forte similitude dans leurs émissions sonores, les pipistrelles de Kuhl et de Nathusius forment un doublon difficile à différencier au détecteur dépourvu de l'expansion de temps. Toutefois, ce doublon revient régulièrement à chaque écoute ; démontrant ainsi une répartition des 2 espèces sur l'ensemble du département. La pipistrelle de Nathusius utilise comme territoires de chasse les forêts humides, marécageuses, ou proches de plans d'eau, les fossés et les lisières (MESCHEDE & HELLER, 2003).

#### 4.20. Vespère de Savi *Hypsugo savii*

Longtemps connue dans le département du Rhône par un seul cadavre trouvé à Saint-Fons (ARIAGNO, 1993), cette espèce plutôt méridionale a été confirmée récemment, par

détection ultrasonore, en période estivale sur 5 nouvelles communes du département : Couzon-au-Mont-d'Or, Montromant, Arnas (Chicco-Sarro, comm. pers.), Quincieux (Letscher, comm. pers.) et à Lyon même (Tupinier, comm. pers.). Les contacts par détection acoustique concernaient des individus en activité de chasse, dans des milieux ouverts, avec haies, buissons et arbres plutôt qu'en zone proprement boisée... Ces données laissent supposer qu'une population pérenne de vespère de Savi existe aujourd'hui dans le département du Rhône. Son statut reste cependant à préciser.

#### 4.21. Barbastelle *Barbastella barbastellus*

La barbastelle bénéficie, en termes de préoccupation, de la sollicitude des instances européennes. Espèce patrimoniale affirmée, elle a la réputation d'être peu répandue. Forestière, elle est cependant connue en grands rassemblements hivernaux (plusieurs centaines) dans des tunnels abandonnés (département de la Loire par exemple).

Dans le Rhône, la présence de la barbastelle, de très occasionnelle et liée aux hivers froids, est devenue aujourd'hui régulière en hibernation dans certaines mines abandonnées, où les effectifs ne dépassent cependant pas une dizaine d'individus ensemble. L'espèce recherche les cavités froides où, contrairement aux autres espèces, elle supporte relativement bien les courants d'air.

Outre quelques contacts bioacoustiques en été, elle a été trouvée isolément dans des bâtiments et dans des zones boisées, comme aux carrières de Glay déjà citées où, sur 15 années de suivi, elle représente 7,5 % des captures en moyenne, avec des maxima atteignant 20 % certaines années. Une légère tendance à la hausse semble vouloir se dégager du peu de données sur l'hivernage (Fig. 4). Durant l'été 2007, une première colonie de reproduction d'une vingtaine d'individus a été découverte en milieu bâti à la Chapelle-de-Mardore dans les monts du Lyonnais (Prat, comm. pers.)



Barbastelle

<sup>3</sup> Avec la pipistrelle de Nathusius ont été trouvés également : *Myotis Nattereri*, *Myotis daubentoni*, *Pipistrellus kuhli*.

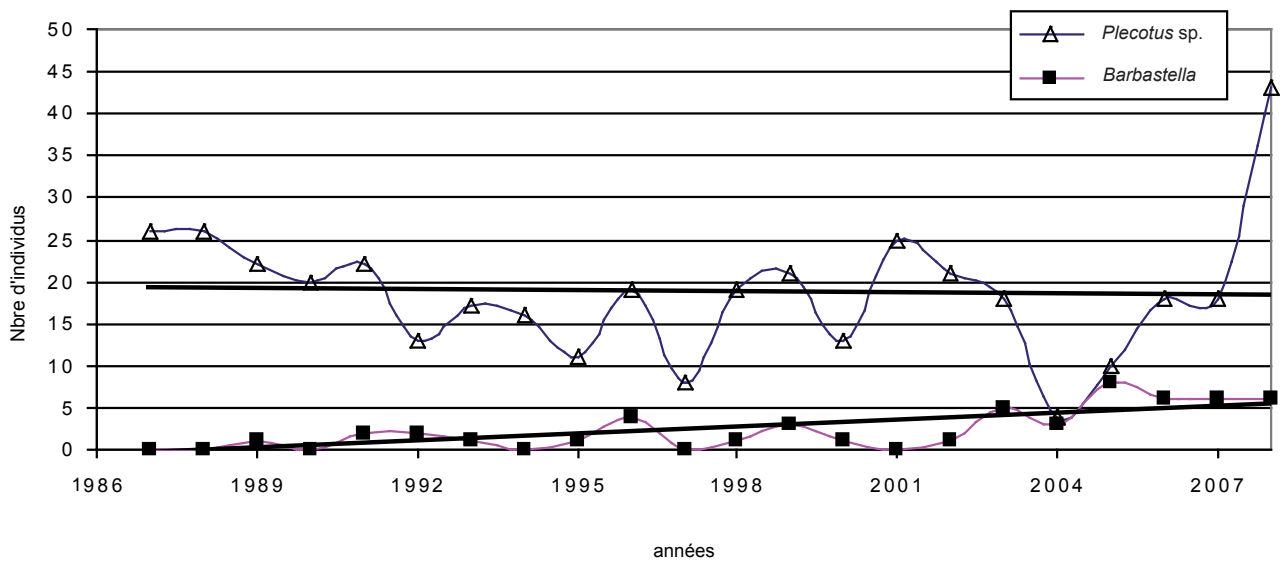


Fig. 4: Evolution des effectifs hivernants des oreillards (*Plecotus sp.*) et de la barbastelle (sites témoins : mois de février).

La barbastelle a fourni à ce jour 150 données départementales réparties sur 19 communes. L'espèce utilise comme territoire de chasse les peuplements feuillus matures et diversifiés, où elle capture de petites proies inférieures à 30 mm : lépidoptères nocturnes notamment, appartenant aux genres Arctidés, Pyralidés et Noctuidés (ROUÉ & BARATAUD, 1999 ; BARATAUD, 2001).

#### 4.22. Oreillard brun *Plecotus auritus*

#### 4.23. Oreillard gris *Plecotus austriacus*

Si ces deux espèces sont présentes dans le Rhône, l'oreillard brun *Plecotus auritus* est le plus souvent observé et capturé.

*Plecotus austriacus* quant à lui est capturé en période estivale, en petites quantités sur certains sites ou observé sous des ponts en milieu boisé, ou encore dans des bâtiments.

En période hivernale, pour leur éviter un stress, les oreillards ne sont pas déterminés avec précision mais identifiés comme *Plecotus sp.* Il est clair cependant que la grande majorité, sinon la quasi-totalité de ces oreillards, sont des oreillards bruns *Plecotus auritus*.

Ainsi pour le département, la banque de données comporte 275 citations de *Plecotus sp.*, réparties sur 22 communes, mais seulement 17 données certaines de *P. austriacus* (7 communes) et 45 données certaines de *P. auritus* (10 communes).

L'oreillard brun est reproducteur certain dans le département (colonie ancienne dans une poutre de porte cochère, découverte d'un jeune non volant), mais aucune colonie

récente n'est connue. Durant l'été 2007, les cadavres d'un adulte et de deux juvéniles non volants de *Plecotus austriacus* sous la porte cochère d'une grange en vallée d'Azergues (commune de Chamelet) atteste la reproduction de l'espèce dans le département. D'autre part, des mâles sexuellement actifs des deux espèces sont capturés chaque automne au filet sur le site des carrières de Glay.

Comme le murin de Natterer, et sans doute pour les mêmes causes, les oreillards *Plecotus sp.* montrent d'une année à l'autre, sur les sites d'hivernage, d'importantes variations d'effectif, ce qui rend difficile la mise en évidence d'une évolution nette. S'il convient donc d'être prudent, malgré le niveau élevé des effectifs hivernants de février 2008. La courbe linéaire de tendance de la Figure 4 apparaît sensiblement orientée à la stabilité ou en légère baisse depuis 20 ans pour les oreillards, confirmant une impression évoquée antérieurement (ARIAGNO *et al.*, 2003).

En Allemagne, d'après MESCHÉDE & HELLER, 2003, les deux oreillards présentent quelques différences quant à leur mode et territoires de chasse. Si les deux espèces sont capables de pratiquer le vol sur place grâce à leurs larges ailes, pour glaner des proies dans le feuillage ou sur les troncs, l'oreillard roux pratique plus souvent cette technique que l'oreillard gris. Celui-ci est également plus thermophile et ne fréquente pas les étages montagnards ou subalpins à l'inverse de l'oreillard brun. Si les deux espèces chassent en forêt, la présence d'une strate buissonnante est plus importante pour *P. auritus* que pour *P. austriacus*.

L'oreillard gris chasse aussi plus volontiers en milieu ouvert et à des distances plus éloignées de son gîte diurne

que l'oreillard brun qui ne s'éloigne guère de plus de 1 à 1,5 km.

Les deux espèces consomment principalement des papillons nocturnes (noctuidés notamment), mais peuvent aussi se montrer opportunistes et exploiter d'autres ressources momentanément accessibles (diptères, hannetons,...)

#### 4.24. Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersi*

Voir paragraphe *Cas particuliers*.

#### 4.25. Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*

Espèce quelque peu mythique et mal connue il y a peu, le molosse de Cestoni est aujourd'hui présent dans tous les départements de la région. Pour le Rhône, il a cependant fallu attendre mai 2000 pour que le molosse soit détecté par voie acoustique sur la commune de Jons (lône de la Ferrande, Rolandez, comm. pers.). Depuis, l'espèce a été contactée deux fois dans le département : le 4 juillet 2002, un individu mâle blessé (double fracture de l'humérus) est récupéré au parc de Miribel-Jonage par un garde, dans la partie Ain, mais à moins de 200 m de la limite départementale<sup>4</sup>. Enfin, en juin 2005, un contact acoustique est enregistré d'un individu en transit sur la commune de Limonest, dans le Mont d'Or lyonnais (Letscher, comm. pers.), et un autre encore en mai 2007, enregistré également, sur la commune de Tassin-la-Demi-Lune (Tupinier comm. pers.). Déjà en 1999, une observation possible du molosse avait été faite en plein Lyon sur le Rhône, au niveau du pont Delattre de Tassigny.

L'espèce est donc bien présente dans le département sans qu'on puisse connaître son statut pour le moment.

Les falaises de Couzon-Albigny, au nord de Lyon en bordure de Saône, pourraient également réserver des surprises lors de prospections acoustiques qui restent à effectuer.

## 5. CAS PARTICULIERS

Trois espèces, déjà mentionnées, posent question quant à leur appartenance réelle à la faune départementale. Elles ne sont connues que par 1 ou 2 individus, et/ou par une seule observation, et ces données anciennes n'ont pas été confirmées depuis deux, voire quatre décennies.

#### 5.1. Rhinolophe euryale *Rhinolophus euryale*

Espèce troglophile, à affinité méditerranéenne, ce rhinolophe rare et menacé est mal connu en Rhône-Alpes où l'on ne trouve que deux colonies de reproduction et une seule grotte d'hibernation seulement (CORA, 2002). Dans le département du Rhône, la seule observation provient d'une mine près de Tarare où un individu isolé a été noté en léthargie en décembre 1988 (Meyssonnier, comm. pers.).

#### 5.2. La Sérotine bicolor *Vespertilio murinus*

En septembre 1965, un crâne de cette espèce fut découvert dans un lot de pelotes de régurgitation d'effraie *Tyto alba*, provenant de la commune de Montagny et déterminé par de Beaufort du MNHN.

Peu connue sur Rhône-Alpes (CORA, 2002 ; ARIAGNO, 2005), la sérotine bicolor est une espèce forestière d'Europe centrale dont la limite de distribution occidentale est imprécise. Une femelle a été capturée en 2007 dans le département de l'Isère (Veillet, comm. pers.) et deux autres individus l'ont été en Chartreuse et dans la Drôme (Vincent, comm.pers.).

Dans le département du Rhône, depuis plus de 40 ans, aucune donnée n'est venue confirmer la présence de l'espèce.

#### 5.3. Le Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersi*

Espèce grégaire et quasiment inféodée aux cavités karstiques d'un certain volume, le minioptère ne peut raisonnablement s'établir dans le Rhône... Et pourtant deux observations anciennes existent ! Ainsi le 1<sup>er</sup> mars 1959, TUPINIER & PONTILLE (1971) notent deux minioptères en léthargie dans la mine du Bout du Monde, dans le Beaujolais, commune Le Perréon.

La même année, le 27 août 1959, un minioptère mâle est trouvé dans la même mine, portant la bague ZK 6296. Ce mâle avait été bagué le 27/12/1958 à la grotte de la Balme d'Epy (39) (archives CRBPO), où il fut à nouveau retrouvé après son séjour dans le Beaujolais ! Il y a donc eu à cette époque quelques échanges entre la grotte jurassienne où les minioptères se reproduisent et la mine du Perréon. Depuis l'espèce n'a plus jamais été revue dans le département du Rhône, bien que la mine du Bout du Monde ne soit pas fermée et n'ait pas subi de modifications.

## 6. BILAN ET PERSPECTIVES

Depuis 1991, le nombre d'espèces de chiroptères du département est passé de 18(21) à 23(25), selon que l'on compte ou non les espèces dont le statut reste à confirmer.

<sup>4</sup> L'animal, transporté au centre de Soins de Francheville, décédera deux jours plus tard.

Globalement, l'état des populations reste satisfaisant, aucune régression nette n'ayant été mise en évidence. Il convient toutefois de se rappeler que le grand rhinolophe, s'il n'a pas diminué, se maintient depuis 30 ans à son niveau le plus bas. Si depuis 2 ans, l'espèce semble vouloir montrer un début de tendance positive, il convient d'être attentif et de suivre cette possible évolution sur les sites témoins.

Les évolutions et tendance des espèces départementales peuvent se résumer ainsi :

1	Pas d'évolution mais niveau des populations très faible	grand rhinolophe murin à oreilles échancrées
2	Nette évolution positive des populations	petit rhinolophe murins de grande taille (dont sans doute principalement le grand murin <i>Myotis myotis</i> )
3	Tendance à une évolution positive	murin de Natterer murin de Daubenton barbastelle d'Europe
4	Tendance possible à une évolution négative	oreillards sp. (sans doute principalement <i>Plecotus auritus</i> )

Pour toutes les autres espèces, les effectifs sont trop faibles pour donner des tendances significatives, l'impression étant toutefois celle d'une stabilité des populations départementales.

Une connaissance nettement améliorée des espèces, tout comme la découverte de nouvelles, résultent de l'effort de prospection et de recherche des chiroptérologues départementaux, ainsi que des mesures de protection concrètes prises sur certains sites.

C'est ainsi que trois sites, parmi les plus importants du département pour l'hibernation, ont été protégés. Pour deux d'entre eux, la mine du Verdy, classée réserve naturelle régionale en 2007, et la mine de Breté à Monsols, l'acquisition foncière et l'aménagement réalisés par la Fédération Rhône-Alpes de protection de la Nature avec l'aide d'associations naturalistes ou spéléologiques (CDS-69, CORA, WWF) ont été effectifs. Pour le troisième (complexe minier abandonné de Vallossières, sur la commune de Claveisolles), grâce aux suivis de longue date mis en place et à la vigilance des associations, un classement européen à l'inventaire des sites Natura 2000 est survenu en décembre 2004.

Par ailleurs, un classement comparatif des sites de Rhône-Alpes, selon divers paramètres, a attribué à ces sites un intérêt national et régional (VINCENT & ISSARTEL, 2005).

Deux autres sites d'importance ne sont encore l'objet d'aucune protection mais sont inscrits à l'inventaire des

Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (inventaire ZNIEFF révisé en 2002, DIREN, 2004). Dix-neuf autres sites accueillant au moins une espèce de chauve-souris sont inclus dans un périmètre de Znieff de type 1 (Zone naturelle d'intérêt écologique floristique et faunistique).

Enfin beaucoup de sites d'importance secondaire, eu égard aux effectifs hivernants, ne font encore l'objet d'aucune gestion ou protection particulière.

Pour les années à venir, il importe d'intensifier les méthodes de détection acoustique dans les zones forestières du Haut-Beaujolais, dans les boisements de la plaine de Saône et les forêts alluviales, ainsi que dans les secteurs de grandes falaises calcaires du petit massif du Mont d'Or. Des espèces comme la sérotine bicoloré et la sérotine de Nilsson, le molosse de Cestoni, le murin d'Alcathoe, voire le murin de Brandt pourraient s'y trouver ou sont à confirmer. Cette technique permettra aussi d'améliorer nos connaissances sur les territoires de chasse de chaque espèce et de découvrir plus facilement des gîtes de reproduction.

La recherche de nouvelles colonies de reproduction autres que celles de pipistrelle et la confirmation du statut de reproducteur pour les espèces pour lesquelles il n'est aujourd'hui que probable ou possible, constituent sans nul doute les priorités au niveau du département

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à tous les collègues naturalistes et spéléologues de diverses associations qui nous ont accompagnés et nous accompagnent encore lors des prospections hivernales et estivales, ainsi qu'à Madame Marion Dechmann.

Nous tenons à remercier tout spécialement Marcel Meysonnier, chiroptérologue et spéléologue éminent, grâce à qui les relations entre structures naturalistes et clubs spéléos peuvent être considérées comme exemplaires dans le département du Rhône.

Nous n'oublierons pas non plus tous les bénévoles du Spéléo-club de Villeurbanne, du club Etudes Explorations Spéléologiques de Villefranche ou de la Frapna, qui n'ont pas rechigné à prendre la pelle et la pioche (et parfois des risques !) pour aménager ou entretenir les accès à divers sites souterrains du département.

Enfin que soient remerciés la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Rhône, le Conseil général du Rhône et les collectivités territoriales qui ont pris à cœur la conservation des sites et des populations de chiroptères départementales.

A tous, les chauves-souris disent merci !



## BIBLIOGRAPHIE

- ARIAGNO, D. 1987. Une nouvelle espèce de chauve-souris pour le département du Rhône. *Effraie* 5: 56.
- ARIAGNO, D. 1993. Une 19<sup>ème</sup> espèce de chauves-souris pour le département du Rhône : le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*). *Bièvre* 13:118
- ARIAGNO, D. 2002. Notes sur les chiroptères du parc de Lacroix-Laval à Marcy-l'Etoile (69). Contribution à la connaissance du patrimoine naturel du Grand Lyon. *Document Frapna-Rhône* juin 2002, 7 pp.
- ARIAGNO, D. 2005. Questions sur quelques mammifères rares ou mal connus de Rhône-Alpes. *Actes des 3<sup>èmes</sup> Rencontres Naturalistes Rhône-Alpes, 22/23 octobre 2005, Frapna-Rhône* : 6-11.
- ARIAGNO, D., G. HYTTE & M. MEYSSONNIER. 2003. Département du Rhône : 25 années d'études des populations de chauves-souris. *Spéleo-dossiers n° 33, CDS-Rhône Lyon* : 102-107.
- ARIAGNO, D. & D. SALAÜN, 1991. 1980-1990 : dix ans de suivi des populations de chiroptères dans le département du Rhône. *Bièvre* 12: 47-56.
- ARLETTAZ, R. 1995. Ecology of the mouse-eared bats (*Myotis myotis* ant *Myotis blythii*). *Horus publishers*, Martigny, 223 p.
- ARTHUR, L. 2001. Les chiroptères de la Directive habitats : le murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*. *Arvicola* 13 (2) 31-49.
- BARATAUD, M. 2001. Les chiroptères de la Directive habitats : la Barbastelle *Barbastella barbastellus*. *Arvicola*, 13 (2) 31-49.
- BOIREAU, J. & LEJEUNE, P. 2007. Etude du régime alimentaire du Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) dans quatre colonies du département du Finistère (France). Résultats et propositions conservatoires. Groupe Mammalogique Breton, Maison de la Rivière 29450 Sizun, 70 p.
- CAROFF, C., S. ROUE & A. DURANEL. 2003. Traitements antiparasitaires du bétail, insectes coprophages et chauves-souris. *L'Envol des Chiros*, SFPEM, Bourges, 7: 7-14.
- CETE de Lyon. 2005. Autoroute A89, section Balbigny/La Tour-de-Salvagny. Etudes complémentaires du milieu naturel. Vallon du Bernand et vallon du Boussuivre. *Etude du bureau Latitude. CETE Lyon, l'Isle d'Abeau* : 64 pp.
- CORA. 2002. Atlas des chiroptères de Rhône-Alpes. *Bièvre, hors série n°2* : 134 pp.
- DIETZ, C. & O. von HELVERSEN. 2004. Illustrated identification key to the bats of Europe. *Electronical publication* : [http://www.univtuebingen.de/tierphys/Kontakt/mitarbeiter\\_seiten/dietz.htm](http://www.univtuebingen.de/tierphys/Kontakt/mitarbeiter_seiten/dietz.htm). Traduction française par Jean-Claude Louis : [jclouis@libertysurf.fr](mailto:jclouis@libertysurf.fr).
- DIREN Rhône-Alpes. 2004. Modernisation des Znieff en Rhône-Alpes. [www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr](http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr).
- DUBOIS, P. 2001. Prédations sur chiroptères. *L'Envol des Chiros* 3:14.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2001. Bilan des observations de chauves-souris aux carrières de Glay pour la période 1997-2001, dit état zéro avant travaux. Prospection des ponts. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 5 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2001. Les chiroptères dans le Grand-Lyon. Synthèse des connaissances et résultats d'une année de prospection (première phase). *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 33 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2002a. Rapport d'expertise sur la présence des chauves-souris sur le périmètre de l'autoroute A 45. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 12pages.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2002b. Carrières de Glay et Bois des Oncins. Programme de gestion 1999-2003. Comptendu d'activité 2002. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 5 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2002c. Les chiroptères du Grand-Lyon. Bilan des prospections 2002 (deuxième phase). Synthèse cartographique des données 1991-2002. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 18 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2003. Document d'objectifs du site R9 (FR8201791), gîtes à chauves-souris des mines de Vallossières, commune de Claveisolles (Rhône). *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 31 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2005a. Espaces Naturels Sensibles des carrières de Glay, Saint-Germain-sur-l'Arbresle (69). Bilan des actions 2004. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 5 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2005b. Gîtes à chauves-souris des mines de Vallossières, commune de Claveisolles (Rhône). Site R9 (FR8201791). Bilan des comptages de chiroptères pour les hivers 2003-2004 et 2004-2005. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 11 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2005c. Etude des chiroptères du vallon du Rossand, Espace Naturel Sensible n° 29. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 20 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2005d. Synthèse des séances d'observations au Parc Naturel de Miribel-Jonage (Rhône). *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 3 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2006. Gîtes à chauves-souris des mines de Vallossières, commune de Claveisolles (Rhône). Site R9 (FR8201791). Bilan des comptages de chiroptères pour l'hiver 2005-2006. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 7 pp.
- FRAPNA-Rhône & G. HYTTE. 2007. Gîtes à chauves-souris des mines de Vallossières, commune de Claveisolles (Rhône). Site R9 (FR8201791). Bilan des comptages de chiroptères pour l'hiver 2006-2007. *Frapna-Rhône, Villeurbanne*, 8 pp.
- GRÉMILLET, X. 1999. Le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. In: ROUÉ, S.Y. & M. BARATAUD (coord. SFPEM). Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe*, numéro spécial 2 : 18-43.
- GRILLO, X. 1997. *Atlas des mammifères sauvages de Rhône-Alpes*. Frapna éditeur, 304 pp.
- HUET, R. 2001. Les chiroptères de la Directive habitats : le Murin de Bechstein *Myotis bechsteini*. *Arvicola*, 13 (2) : 38-41 pp.
- HELVERSEN O. von, K.-G. HELLER, F. MAYER, A. NEMETH, M. VOLLETH & P. GOMBOTO. 2001. Cryptic mammalian species : a new species of whiskered bat (*Myotis alcaethoe* n. sp.) in Europe. *Naturwissenschaften*, 88 : 217-223.
- JONES, G. & E.M. BARRATT. 1999. *Vespertilio pipistrellus* and *V. pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*, Mammalia, Chiroptera) : proposed designation of neotypes. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 56 (3) : 182-186.
- MESCHEDÉ, A. & K.-G. HELLER. 2003. Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe* 16: 1-214.
- ROUE, S.Y. & M. BARATAUD. 1999. Habitats et activités de

- chasse des chiroptères menacés d'Europe: synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe*, Vol. spéc. 2: 136 pp.
- RUEDI, M., P. JOURDE, P. GIOSA, M. BARATAUD & S.Y. ROUE. 2002. DNA reveals the existence of *Myotis alcathoe* in France (Chiroptera). *Revue suisse de Zoologie*, 109: 643-652.
- SALAUN, D. 1991. A propos de la reprise d'une Pipistrelle de *Nathusius Pipistrellus nathusii* dans le département du Rhône. *Bièvre*, 12: 130-131.
- TUPINIER, Y. & H. PONTILLE. 1971. Chiroptères de la vallée d'Azergues et des Monts du Beaujolais. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne. Lyon*, 40 (1): 24-28.
- VINCENT, S. & G. ISSARTEL. 2005. Inventaire des gîtes cavernicoles d'intérêt majeur pour les chiroptères en région Rhône-Alpes. Synthèse des connaissances actuelles, menaces et statuts de protection, propositions de mesures de protection. *Rapport d'étude DIREN Rhône-Alpes & CORA Région, Lyon*, 42 pp.

## La colonie de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* de l'église St-Sylve à Vex (Valais, Suisse) : évolution sur deux décennies (1986-2006)

Antoine Sierro<sup>1</sup>, Alain Lugon<sup>2</sup> & Raphaël Arlettaz<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Réseau Chauves-souris Valais, Centre Nature, CH-3970 Salgesch

<sup>2</sup> L'Azuré, études en écologie appliquée, CP 30, CH-2053 Cernier

<sup>3</sup> Université de Berne, Division de Biologie de la Conservation, Institut de Zoologie, Baltzerstrasse 6, CH-3012 Berne

**Abstract.** The Greater Horseshoe Bat has been in decline in temperate Europe since the middle of the 20th Century mainly because of changes in agricultural practices (destruction of hunting habitats, pesticides, decreased availability of large insects). Shelter destruction also played a role. In 1987 and 1988 the restoration of St. Sylve Church in Vex (Valais) jeopardized the survival of one of the rare colonies of the Greater Horseshoe Bat in Switzerland. Thus, it was vital to save this reproduction site. Until 1986, the bats occupied all of the main nave whereas only the choir roofing was available to the bats after the renovations. A new access then had to be perforated between the steeple and the roofing above the choir. After the restoration, although the reduction in available space (from more than 245 m<sup>3</sup> to 57 m<sup>3</sup>) led to anticipate the worst, the bats contented themselves with the more restricted volume of the choir roofing. From about 40 individuals in 1986, the colony almost doubled to reach 95 bats in 2005 (demographic projection; SCHAUB *et al.*, 2007). The expansion of the colony is almost certainly due, at least in part, to the protection of the reproduction site following the restoration. An analysis of the data available between 1986 and 2006 show that the mortality of the colony's young is positively correlated to the rainfall during the last decade of June, the hunting capacities of milking females probably being limited strongly on rainy nights. Although the protection of the reproduction site seems secured, that of the main hunting grounds (the riparian and pine forests of the Lower Borgne, permanent prairies and pastures, and orchards with high-stem trees) is more uncertain because of continuing mutations, in particular with agricultural practices.

**Keywords:** *Rhinolophus ferrumequinum*, conservation, reproduction site, monitoring, meteorological factors.

### INTRODUCTION

#### Situation du grand rhinolophe en Europe et en Suisse

Répandu de l'Angleterre au Japon, le grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* vit dans les régions méditerranéennes et tempérées. En Europe, il habite aussi le sud-ouest de l'Angleterre, mais manque en Ecosse et au Pays de Galles (STEBBINGS, 1988). Le grand rhinolophe recherche les paysages cultivés extensivement, richement structurés; il chasse aussi volontiers dans les ripisylves, les forêts caducifoliées (JONES *et al.*, 1995; LUGON, 1996; BONTADINA *et al.*, 1997; DUVERGÉ, 1997), voire dans les pinèdes (LUGON, 1996). Il affectionne particulièrement les forêts claires et les lisières. L'espèce se nourrit surtout de gros insectes nocturnes, comme les lépidoptères Sphingidae et Noctuidae, les coléoptères Scarabaeidae et Melolonthidae, les hyménoptères Ichneumonidae et les diptères Tipulidae et Muscidae (LUGON, 1996; BECK *et al.*, 1997; DUVERGÉ, 1997). Sous nos latitudes, le grand rhinolophe forme des colonies de reproduction

principalement dans les bâtiments. Contrairement à ce qui s'observe chez d'autres espèces de chiroptères européens, les mâles, en principe des subadultes, ne sont pas exclus de ces rassemblements (SCHAUB *et al.*, 2007). Les femelles commencent à se reproduire à l'âge de 2-5 ans et leur fertilité est documentée jusqu'à l'âge de 29 ans au moins (RANSOME, 1989); par contre, elles ne donnent naissance qu'à un petit, unique, trois années sur quatre, en moyenne (SCHAUB *et al.*, 2007). En hiver, les grands rhinolophes recherchent des cavités souterraines offrant une température constante d'environ 8-9°C pour hiberner (STEBBINGS, 1988).

Depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, le grand rhinolophe a fortement diminué en Europe à cause de l'intensification des pratiques agricoles ou sylvicoles, et de la destruction des colonies, notamment suite au traitement chimique des charpentes (STEBBINGS & ARNOLD, 1987; RANSOME, 1989). L'espèce était considérée comme menacée à travers toute l'Europe à la fin des années 1980 (STEBBINGS, 1988), voire au bord de l'extinction dans plusieurs pays (OHLENDORF, 1997).

En Suisse, quatre colonies de reproduction sont connues à l'heure actuelle; la plus importante se trouve à Castrich (700 m) dans les Grisons et la seconde en Valais, à l'église St-Sylve de Vex (900 m). Deux autres sites abritent de plus petites populations qui produisent moins de cinq jeunes par an: Finges (Valais central, 560 m) et Wegenstetten (450 m) en Argovie (BECK & SCHELBERT, 1999).

### Le grand rhinolophe en Valais

En Valais, d'anciennes colonies étaient installées autrefois en plaine du Rhône, notamment dans les églises de Loèche, de Saxon et dans le comble d'une annexe de la Cathédrale de Sion. On peut d'ailleurs imaginer que la colonie de Vex résulte de l'abandon de ce site actuellement situé en milieu urbain (ARLETTAZ *et al.*, 1997). Quant aux rares individus qui survivent dans les bâtiments agricoles du domaine de Finges, ils pourraient représenter une relique de la colonie de Loèche, qui semble avoir déserté les combles de la Ringackerkapelle à la suite de la réfection de son toit au début des années 1970 (feu Père Meyer, comm. pers.): les ardoises ont été remplacées par des «tavillons» (planchettes de mélèze), ce qui a vraisemblablement altéré les conditions thermiques dans les combles. A Saxon, la dernière observation d'un grand rhinolophe dans l'église date du 20 août 1998 (R. Arlettaz & A. Sierro) et il n'y avait plus aucun indice de présence en 2004 (E. Rey, comm. pers.).

## LES GRANDS RHINOLOPHES DE VEX

### La colonie

L'église de St-Sylve à Vex domine le point de confluence entre la vallée du Rhône et le val d'Hérens, une vallée latérale au sud du Rhône. La présence d'une colonie de chauves-souris à St-Sylve est constatée pour la première fois le 5 août 1973: N. Jordan y note la présence d'une trentaine d'individus, qu'il pense être des murins de grande taille. Le 26 juillet 1986, R. Arlettaz dénombre une quarantaine de grands rhinolophes, dont plusieurs individus bagués portant des jeunes.

Grâce aux recherches de VIANIN & CRETENAND (1992) et LUGON (1996), nous connaissons les variations saisonnières du régime alimentaire et des terrains de chasse des grands rhinolophes à Vex. Au printemps (avril-mai), ils exploitent avant tout les boisements alluviaux des gorges de la Borgne, et, dans une moindre mesure, les vergers autour de St-Sylve. En été (juillet-août), ils chassent surtout dans les pinèdes mixtes, ainsi que dans les vergers à haute tige de pommiers et d'abricotiers, où ils profitent de l'émergence massive des hannetons de la St-Jean *Amphimallon solstitialis*. Certaines femelles en phase de lactation ont visité quasi exclusivement les vergers de

Vex en juillet, peut-être pour s'économiser des déplacements durant cette période, synonyme pour elles de fortes dépenses énergétiques. En septembre-octobre, les grands rhinolophes ne montrent par contre pas une tendance particulière dans le choix d'un habitat. C'est aussi une période où les chauves-souris doivent accumuler des réserves de graisses pour passer l'hiver. La pâture automnale par le bétail dans les vergers fournit notamment une importante source de nourriture (mouches, scarabées coprophages, etc.) pour les rhinolophes. Dans le sud de l'Angleterre, la présence de bétail pâture en automne a été considérée comme primordiale pour la survie du grand rhinolophe, en particulier pour les jeunes (DUVERGÉ, 1997).

Les grands rhinolophes de Vex hibernent principalement dans les mines d'Aproz, dans les carrières de Granges ou dans d'autres cavités naturelles inaccessibles, notamment dans les gorges de la Borgne (ARLETTAZ *et al.*, 1997).

### L'église St-Sylve

L'église St-Sylve, construite aux XI<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles, est le premier lieu de culte connu dans le val d'Hérens (BUCHER *et al.*, 1989); elle fut classée monument historique en 1978. Cet édifice fut abandonné au titre d'église paroissiale en 1860; depuis lors, elle n'a été utilisée que le 2 novembre, jour des Morts (Hélène Micheloud, née en 1910, *via* Rodolphe Rudaz, comm. pers.), jusqu'à l'abandon de cette tradition religieuse dans les années 1960 (BUCHER *et al.*, 1989). Depuis plus d'un siècle, les rhinolophes de St-Sylve auraient donc théoriquement pu occuper l'ensemble de l'édifice en étant peu dérangés. Les combles de la nef principale n'étant pas séparés de la nef elle-même (absence de voûtes et de faux-plafond), les chauves-souris disposaient d'un volume théorique de plus de 727 m<sup>3</sup>; toutefois, l'espace effectivement utilisé se restreignait au volume de la sous-pente, dans la zone de la charpente, soit environ 245 m<sup>3</sup>. La rénovation de St-Sylve fut donc une étape délicate pour la conservation du grand rhinolophe en Valais et en Suisse, car les femelles sont apparemment fidèles à leur lieu de naissance toute leur vie (SCHAUB *et al.*, 2007).

## ÉVOLUTION DE LA COLONIE

### Mesures de protection lors de la rénovation

Le Réseau Chauves-souris Valais a accompagné les travaux de rénovation de mars 1987 à décembre 1988, afin de maintenir des conditions de reproduction favorables aux rhinolophes pendant et après les travaux. Le suivi des travaux de restauration par R. Arlettaz et P.-A. Oggier a impliqué essentiellement une participation aux séances de chantier, auxquelles étaient convoqués les décideurs communaux et paroissiaux locaux, ainsi que des représentants cantonaux et fédéraux des monuments



Fig. 1: L'église St-Sylve en 1986, avant la rénovation (vue de l'ouest). 1. Emplacement de la colonie de grands rhinolophes. La flèche montre l'entrée utilisée jadis par les grands rhinolophes pour accéder aux combles principaux. (Photo Raphaël Arlettaz)

historiques. Le principal objectif des biologistes fut de garantir un espace suffisant dans les combles ainsi que leur accès pour les rhinolophes.

Avant les travaux, les chauves-souris accédaient aux combles par un vaste orifice (Fig. 1) situé entre le faîte du toit et le clocher. Lors de la rénovation, cet orifice devait impérativement être condamné (risque de perte de l'air chauffé et de pénétration de la pluie), tandis que les combles ne pouvaient pas être séparés de la nef principale par un plafond pour des raisons purement historiques: il n'y a jamais eu de cintre de voûte, ni de faux-plafond dans cette chapelle. Ainsi, les rhinolophes allaient-ils perdre, à l'issue des travaux, l'immense espace qu'ils avaient à disposition avant la réfection. Une solution transitoire a été

mise en place afin d'évaluer la sensibilité et le potentiel d'adaptation des grands rhinolophes à des changements architecturaux au sein du gîte. Une cloison en plastique noir épais a temporairement délimité un espace de transit (sas) situé entre le clocher et les combles du chœur; ces derniers étaient accessibles par un orifice en forme de croix qui pré-existait mais restait très peu utilisé par les chauves-souris (Fig. 2). Dans le compromis architectural final, a priori plutôt défavorable aux rhinolophes, seuls les combles du chœur purent être conservés pour les chauves-souris; par ailleurs, une fois le sas temporaire démonté (phase transitoire décrite ci-dessus), l'accès devait impérativement se faire dorénavant depuis les ouvertures en cintre de voûte du clocher, via un tunnel (30 x 50 x 170 cm) percé entre le clocher et les combles du chœur (Fig. 3). Etant donné que les colonies de grands rhinolophes étaient décrites comme exigeant de vastes combles (volume moyen d'environ 175 m<sup>3</sup>; NATURE CONSERVANCY COUNCIL, 1985; BERTHOUD, 1986), nous avons émis des craintes majeures quant à l'acceptation d'un comble de si faible volume (57 m<sup>3</sup>; réduction de 77%). Toutefois, bien que thermiquement moins favorable que la sous-pente, le volume du clocher (35 m<sup>3</sup>) était dorénavant accessible aux rhinolophes, maintenant un lien direct avec les combles via le tunnel nouvellement aménagé.

Le remplacement des ardoises de la toiture par des tavillons en bois était aussi un souci majeur: la sous-pente ne serait plus aussi chaude après rénovation car le pouvoir conducteur thermique du bois (conduction du rayonnement solaire) est nettement inférieur à celui de la pierre. Or, les chauves-souris recherchent des sites très chauds pour se reproduire. Afin de pallier à ce problème, un radiateur a été installé au printemps 1989 dans les combles du chœur, afin d'y maintenir une température optimale (~28°C) durant la période de reproduction (mai à août), sur la base des expériences anglaises (STEBBINGS, 1988). Toutefois, un thermostat permet de déclencher automatiquement ce radiateur dès que la température extérieure est inférieure à 8°C, afin de permettre aux rhinolophes d'entrer en torpeur dans les combles lors de périodes plus froides. Enfin, un système d'éclairage nocturne de l'édifice de couleur orangée (vapeur de sodium) a été installé en lieu et place des classiques lampes à vapeur de mercure, afin de ne pas éblouir les rhinolophes et d'éviter de créer des pièges à insectes. Par ailleurs, la face nord n'est pas éclairée du tout: c'est là que les rhinolophes transitent via les fenêtres à abatsons (Fig. 4). Dès la fin des travaux, en 1989, la colonie a rapidement retrouvé plus ou moins son effectif d'avant le chantier (Fig. 5).

#### Monitoring de la colonie (1986-2006)

De 1986 à 2006, nous avons estimé l'effectif de la colonie par des comptages visuels (1-2 par année) lors de l'émergence crépusculaire des rhinolophes adultes et

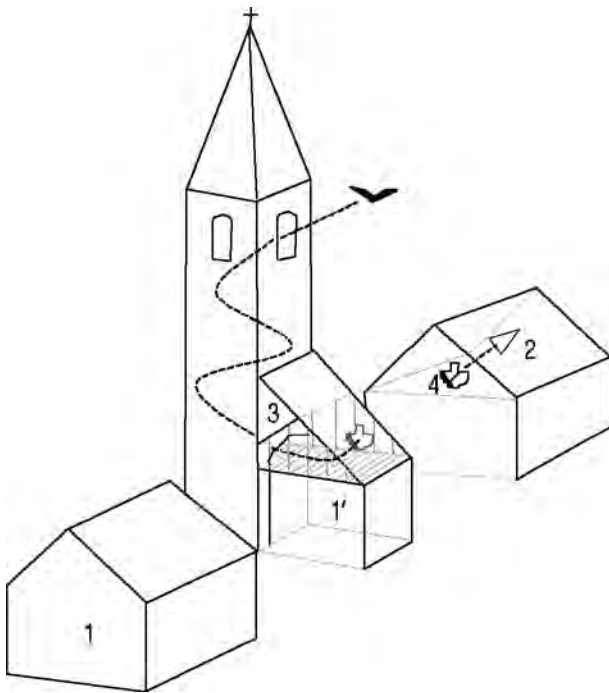


Fig. 2: Transformations en faveur des rhinolophes durant les travaux; les volumes ont été graphiquement séparés pour une meilleure lisibilité. Une cloison en plastique délimitant un sas (hachures) a été mise en place pendant les travaux pour permettre aux rhinolophes de transiter par le clocher et d'atteindre les combles du chœur (2) par le trou en forme de croix pré-existant (4). L'ancien accès (3) a été condamné pour empêcher la pluie de pénétrer dans l'église (1, 1').

subadultes (individus nés au plus tôt l'année précédente et n'ayant pas encore atteint la maturité sexuelle) durant la période de mise bas (fin juin à mi-juillet); ce sont les maxima annuels qui ont été retenus pour retracer l'évolution démographique. Pendant la restauration (1987-1988), des comptages supplémentaires ont été effectués tout au long de la période de reproduction. En 1990 et 1993, des comptages ont eu lieu hebdomadairement. Enfin, les jeunes de l'année ont été dénombrés et bagués chaque année à mi-juillet, en début de nuit, après l'envol des adultes.

En 1987, pendant la première année de travaux, le déroulement du chantier, avec des échafaudages tout autour de l'édifice, a perturbé les rhinolophes. Quatre individus seulement étaient présents au comptage vespéral le 12 juin. Soulagement le 9 juillet, 31 individus avaient rejoint l'édifice en pleine période de mise bas. Le 18 juillet, 15 jeunes étaient observés, et un cadavre de jeune gisait sur le plancher des combles. Une quinzaine de rhinolophes étaient encore présents le 16 août. En 1988, deuxième année de chantier, tout commença assez mal: 18 indivi-

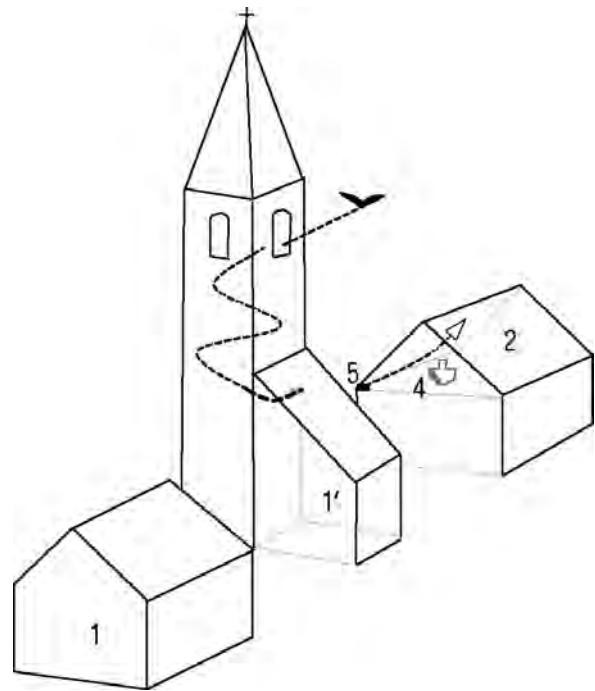


Fig. 3: Situation après la rénovation. Les rhinolophes accèdent dorénavant aux combles du chœur (2) par le tunnel (5) spécialement aménagé à leur intention, en transitant d'abord par le clocher. L'orifice (4) est condamné par une feuille de plastique.

us seulement le 20 juin, 12 le 23 juin à quelques jours des premières mises bas... Les 13 et 19 juillet, il n'y avait que 5 et respectivement 8 individus dans la colonie, et un quasi échec de la reproduction (2 jeunes seulement). Mais des contrôles effectués ailleurs allaient démontrer que la quasi absence de rhinolophes à Vex durant l'été 1988 traduisait en fait l'occupation de sites alternatifs. Ainsi, les bâtiments de l'ancienne brasserie de Bramois (1,5 km de St-Sylve, 400 m en contrebas), alors en ruine, abritaient 6 individus adultes et au moins deux jeunes ne volant pas encore le 13 juillet. Dès la fin des travaux (1989), la colonie allait progressivement se rétablir, avec une augmentation progressive, particulièrement spectaculaire en 2003 et 2004 (Fig. 5).

Depuis 1990, nous avons systématiquement bagué les jeunes durant leurs deux premières semaines d'existence. Aucun de ces jeunes bagués par nos soins n'a été retrouvé mort sur place, indiquant que le baguement à ce stade était bien toléré comme démontré par RANSOME (1989). En effet, tous les cadavres de juvéniles découverts au cours des ans ( $n = 21$ ) étaient le fait d'avortons ou de nouveau-nés fraîchement mis au monde.

L'accroissement démographique annuel moyen ( $\lambda$  au cours de cette période 1986-2006) a été estimé ( $\lambda = N_{t+1}/N_t$ ) d'une part pour la population adulte/subadulte



Fig. 4: L'église St-Sylve après la rénovation (vue du nord). 1. Entrées pour les rhinolophes. 2. Combles du chœur. 3. Nouvel emplacement principal de la colonie de grands rhinolophes dans la sous-pente. 4. Nouveau tunnel d'accès entre clocher et combles. (Photo Raphaël Arlettaz)

(maxima des comptages obtenus à l'émergence vespérale), d'autre part pour la population juvénile (comptages des jeunes survivants au sein de la colonie après la fin des mises bas). La valeur  $\lambda$  moyenne ( $\pm$  écart-type) a été de 1,053 ( $\pm$  0,205) en ce qui concerne la population adulte/subadulte et de 1,273 ( $\pm$  1,256) pour les jeunes. Depuis 1989, l'évolution de la colonie de grands rhinolophes de Vex a donc montré une dynamique positive, avec un taux d'accroissement annuel intrinsèque de l'ordre de 5,3 % pour la population adulte et subadulte et de 27 % pour les jeunes. Toutefois, la variation est très forte pour le second paramètre, ce qui est imputable aux fortes progressions observées en 2004 et 2005. Un modèle intégré de dynamique de population (modèle de capture-recapture tenant compte de la détectabilité) fournit des valeurs comparables (SCHAUB *et al.*, 2007) et a permis d'estimer la taille actuelle de la population avant reproduction à 95 individus, alors qu'elle ne comptait probablement qu'une quarantaine d'individus à la fin des années 1980.

### Influence des conditions météorologiques sur la mortalité des jeunes

Comme nous avons remarqué que des cadavres de jeunes jonchaient parfois le sol sous la colonie lors d'étés maussades, nous avons cherché à comprendre l'influence saisonnière des températures et de la pluviométrie sur la survie des jeunes. C'est en 1993, lors de son travail de diplôme, qu'A. Lugon a pu estimer l'étendue de la période de mise bas, puisqu'il visitait la colonie tous les 2-3 jours (LUGON, 1996); cette année-là, les mises bas se sont étalées du 20 juin au 10 juillet. Toutefois, nous supposons que des mises bas puissent encore avoir lieu jusqu'au 15 juillet, surtout au cours des années récentes, des dates plus extrêmes apparaissant progressivement avec l'augmentation de la densité et un accroissement du nombre de jeunes femelles reproductrices mettant bas légèrement plus tard que les femelles plus expérimentées (obs. pers.). Ainsi, nous avons focalisé notre analyse sur la dernière décade de juin et les deux premières décades de juillet. Les données météorologiques utilisées pour cette comparaison proviennent de la station météorologique de l'aérodrome de Sion (46°13'13" / 7°20'31", 483 m), situé 4,5 km à l'ouest et 400 m plus bas en altitude que Vex, soit non loin des principaux terrains de chasse (LUGON, 1996). La relation entre le taux de mortalité annuel des jeunes ( $n$  jeunes morts/ $n$  jeunes total) et les conditions météorologiques (températures minimales et moyennes, pluviométrie), considérées par décades, a été testée à l'aide d'une corrélation de Spearman, avec un ajustement de Bonferroni puisque plusieurs tests ont été effectués en parallèle avec le même jeu de données.

Le taux de mortalité des jeunes dans la colonie était corrélé positivement à la somme des précipitations de la dernière décade de juin ( $r_s = 0,477$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,045$ ) pour la période 1989-2006 (Fig. 6). Par contre, la pluviométrie durant la première ( $r_s = 0,263$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,290$ ) et la deuxième décade de juillet ( $r_s = 0,004$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,986$ ) n'influait pas le taux de mortalité juvénile. Il en va de même pour les températures atmosphériques moyennes de la dernière décade de juin ( $r_s = 0,116$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,644$ ), de la première décade de juillet ( $r_s = -0,365$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,136$ ) et de la deuxième décade de juillet ( $r_s = -0,008$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,972$ ), ainsi que pour les températures minimales de la dernière décade de juin ( $r_s = 0,013$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,959$ ), de la première décade de juillet ( $r_s = 0,364$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,137$ ) et de la deuxième décade de juillet ( $r_s = -0,058$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0,817$ ).

La corrélation positive observée entre la mortalité des jeunes dans la colonie et les précipitations de la dernière décade de juin laisse supposer que les pluies limitent fortement l'activité des proies de grande taille que recherchent les grands rhinolophes ou que ces précipitations les empêchent de chasser efficacement avec leur système sonar (JONES, 1990; Lugon, obs. pers.). Cette situation pourrait avoir des répercussions sur la fitness

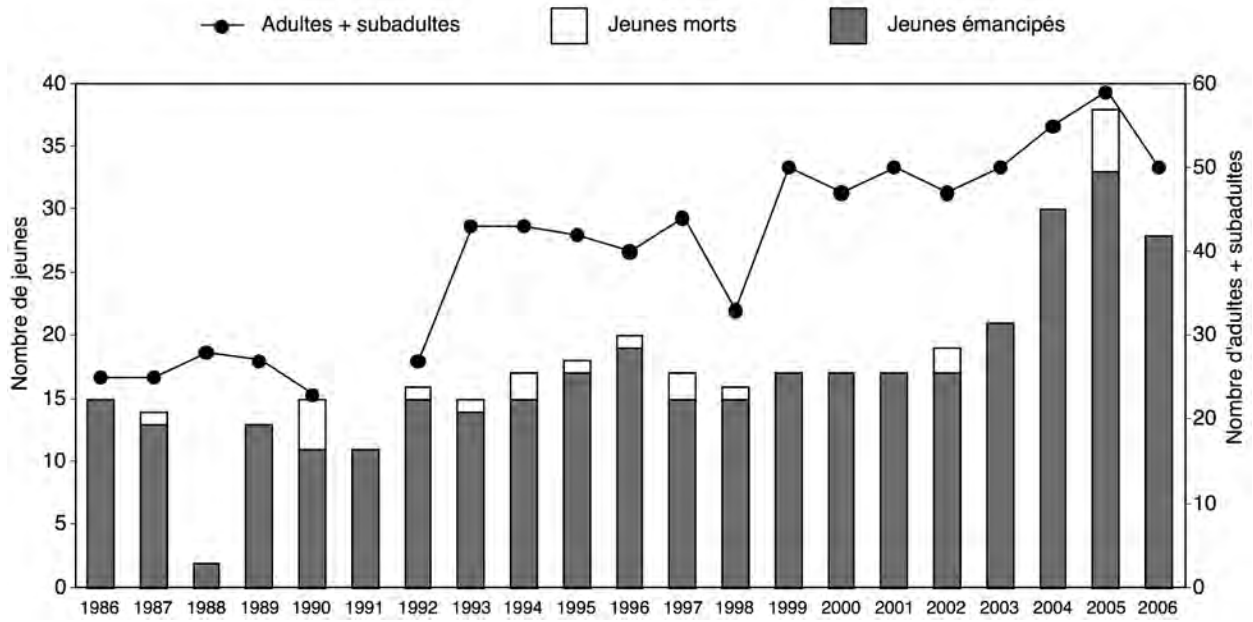


Fig. 5: Evolution de la colonie de grands rhinolophes à Vex de 1986 à 2006 (nombre maximum d'adultes et subadultes dénombrés à l'envol crépusculaire; nombre de jeunes émancipés et pérus). Le comptage des adultes manque pour 1991. Le nombre de naissances annuelles a plus que doublé et celui des adultes et des subadultes presque triplé en vingt ans.

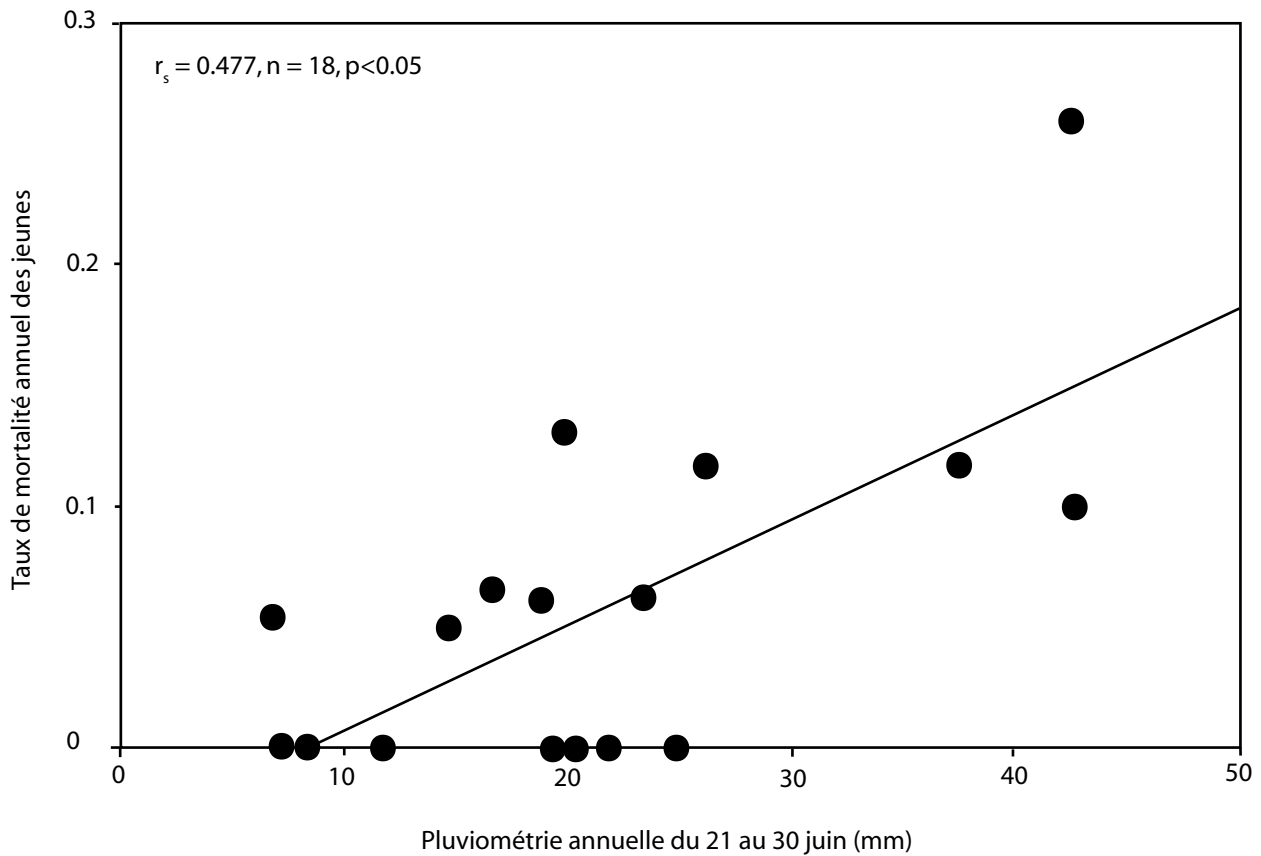


Fig. 6: Relation entre le taux de mortalité annuel des jeunes au sein de la colonie et la somme annuelle des précipitations durant la dernière décade de juin (1989-2006). Les pluies de la fin juin influencent négativement la survie des nouveau-nés dans la colonie.



des femelles, l'alimentation des nouveau-nés et leur survie dans la colonie. Il semble que la moyenne des températures minimales entre le 21 juin et le 20 juillet (1989-2006) n'influence par contre pas la survie des jeunes, peut-être à cause de leur faculté à effectuer des torpeurs dès leur plus jeune âge. Par ailleurs, la présence d'un radiateur chauffant les combles dès que la température extérieure est supérieure à 8°C rend particulièrement délicate la mise en évidence d'un effet de ce facteur sur la reproduction.

## BILAN APRÈS DEUX DÉCADES

### Perspectives pour la conservation de cette population

#### 1. Le gîte

Une des grandes surprises de notre suivi a été la découverte de la capacité du grand rhinolophe à se contenter d'un volume restreint au niveau du gîte de reproduction. Ceci ouvre de nouvelles perspectives de conservation pour ce chiroptère menacé qui n'exigerait pas des gîtes aussi volumineux que certains pouvaient le penser (NATURE CONSERVANCY COUNCIL, 1985; BERTHOUD, 1986). L'augmentation constante de la population depuis 1992 est certainement à mettre au compte des mesures de protection envisagées dès la restauration. Par ailleurs, la quiétude dont jouit la colonie depuis la fin des travaux a probablement été bénéfique. L'utilisation de pesticides plus ciblés dans l'agriculture pourrait aussi y avoir joué un rôle.

Reste à déterminer quel est le rôle joué par le radiateur qui chauffe artificiellement les combles du chœur lorsque la température atmosphérique extérieure est comprise entre 8 et 28°C (voir ci-dessus). Il n'est pas certain que cet apport calorifique se soit avéré aussi décisif qu'on le pensait au début. En effet, dès le moment où le radiateur n'a plus fonctionné (dès 2004), ceci à notre insu, une forte augmentation d'effectif adulte-subadulte a été décelée au sein du gîte. S'agit-il d'une pure coïncidence? En effet, l'été 2003, anormalement chaud et sec, pourrait avoir lui-même contribué à améliorer la survie de la cohorte produite cette année-là, ce que semblerait indiquer l'accroissement de la population dès 2004-2005. Peut-être que la combinaison des deux facteurs a joué un rôle décisif dans l'évolution démographique.

#### 2. Les habitats de chasse

Si le bas vallon de la Borgne, abritant l'essentiel des terrains de chasse des rhinolophes de Vex, est protégé par un arrêté du Conseil d'Etat du 25 avril 1985, il n'en est pas de même du pré-verger que les grands rhinolophes exploitent en été et en automne. La disparition des petits paysans a progressivement éliminé la fauche échelonnée

des prairies dont la surface diminue par ailleurs progressivement avec l'extension des zones bâties. Les prairies de fauche permanentes sont exploitées de plus en plus intensivement et la tendance actuelle de labourer régulièrement le sol pour semer des prairies artificielles détruit les larves hypogées des coléoptères coprophages (*Aphodius*, *Geotrupes*) ou des hannetons phytophages (*Melolontha*, *Amphimallon*) dont se nourrit le grand rhinolophe (LUGON, 1996; BECK *et al.*, 1997; DUVERGÉ, 1997).

Une tentative de lancer un projet de réseau écologique au sens de l'Ordonnance sur la qualité écologique de 2001 a été amorcée en 2004, afin de conserver des prairies peu intensives (modérément fertilisées à l'aide d'engrais de ferme, fauchées deux fois par an); le projet n'a malheureusement pas (encore) reçu l'accueil local escompté.

Les arbres fruitiers à haute tige sont prisés par les grands rhinolophes qui utilisent les branches basses comme perchoir de chasse; sans entretien, les arbres dépérissent et ne sont plus remplacés. Une première initiative de conservation des arbres à haute tige a été concrétisée dès janvier 2004 sous l'impulsion du conseiller communal Laurent Pitteloud. Des travaux d'entretien des arbres fruitiers ont été effectués par l'équipe forestière locale pour les propriétaires intéressés; cette taille d'entretien devrait se poursuivre selon un tournus de 5 ans.

Toutefois, la présence d'une vaste surface forestière autour de Vex, utilisée comme terrain de chasse, ainsi que le dynamisme actuel de la population laisse présager un avenir plutôt serein pour cette colonie de grands rhinolophes.

## REMERCIEMENTS

Nos plus vifs remerciements vont à la commune et à la paroisse de Vex, en particulier au curé Massy, qui ont accepté le principe de protection de la colonie lors de la rénovation de l'Eglise de St-Sylve. Nous remercions également le Service des Forêts et du Paysage à Sion et l'Office fédéral de l'Environnement (anciennement Office fédéral des Forêts, de l'Environnement et du Paysage) qui ont soutenu financièrement l'activité du Réseau chauves-souris Valais depuis 1985, ainsi que l'Office fédéral des monuments historiques (M. Margot) pour en avoir soutenu le subventionnement. Un grand merci encore à Renaud Bucher, du Service des monuments historiques, au curé Charles Affentranger et à Rodolphe Rudaz pour leurs informations, à Norbert Jordan et à Emmanuel Rey pour avoir transmis leurs observations, à l'aéroport de Sion et à Claude-Alain Carron Agroscope ACW pour les données météorologiques, à Jean-Michel Nendaz, voisin de l'église St-Sylve, pour l'assistance technique et les apéros impromptus, ainsi qu'à Pierre-Alain Oggier pour avoir participé aux séances de chantier en notre absence.

## RÉSUMÉ

Le grand rhinolophe est une espèce de chauves-souris qui a fortement diminué en Europe tempérée depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, principalement à cause des changements intervenus dans l'agriculture (destruction des habitats de chasse, pesticides, baisse de la disponibilité en gros insectes). La destruction des gîtes a également joué un rôle. En 1987-1988, la rénovation de l'église de St-Sylve à Vex (Valais) menaçait la survie d'une des rares colonies de grands rhinolophes de Suisse. Il était donc vital de conserver ce site de reproduction. Jusqu'en 1986, les rhinolophes occupaient toute la nef principale, alors que seuls les combles du chœur furent mis à disposition des chauves-souris après les travaux. Un nouvel accès dut alors être perforé entre le clocher et les combles situés au-dessus du chœur. Alors que la forte réduction de l'espace disponible (de plus de 245 m<sup>3</sup> à 57 m<sup>3</sup>) laissait présager le pire pour la colonie, les grands rhinolophes se sont contentés du volume plus restreint des combles du chœur après la rénovation. D'une quarantaine d'individus en 1986, la colonie a plus que doublé pour atteindre 95 individus en 2005 (projection démographique; SCHAUB *et al.*, 2007). C'est très certainement, en tout cas en partie, la protection du site de reproduction après rénovation qui a favorisé l'expansion de la colonie. Une analyse des données de 1986 à 2006 montre que la mortalité des jeunes au sein de la colonie est corrélée positivement aux précipitations durant la dernière décade de juin, les pluies limitant probablement drastiquement les possibilités de chasse des femelles allaitantes. Si la protection du site de reproduction semble aujourd'hui assurée, la conservation des principaux terrains de chasse (forêts riveraines et pinèdes de la Basse Borgne, prairies et pâturages permanents, vergers d'arbres à haute tige) s'avère plus incertaine en raison des mutations qui se poursuivent, en particulier au niveau des exploitations agricoles.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARLETTAZ, R., A. LUGON, A. SIERRO & M. DESFAYES. 1997. Les chauves-souris du Valais: statut, zoogéographie et écologie. *Le Rhinolophe* 12: 1-42.
- BECK, A. & B. SCHELBERT. 1999. Neue Nachweis der Grossen Hufeisennase im Kanton Aargau. Untersuchungen zum Lebensraum und Konsequenz für den Schutz. *Aargauische Naturforschende Gesellschaft Mitteilungen* 35: 93-113.
- BECK, A., S. GLOOR, M. ZAHNDER, F. BONTADINA, T. HOTZ, M. LUTZ & E. MÜHLEHALER. 1997. Zur Ernährungsbiologie der Grossen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* in einem Alpental der Schweiz. In: Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt (Hrsg.): *Zur Situation der Hufeisennasen in Europa*. IFA-Verlag, Berlin: 15-18.
- BERTHOUD, G. 1986. *Protéger les chauves-souris dans les bâtiments*. Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, Muséum d'histoire naturelle, Genève. 28 pp.
- BUCHER, R., A. ANTONINI, P. ELSIG, M.-C. MORAND, T.-A., HERMANÈS, A. LUGON, H. MICHELOUD & V. FAVRE. 1989. *L'ancienne église Saint-Sylve à Vex*. Plaquette éditée par la paroisse de Vex, Imprimerie Fiorina, Sion. 89 pp.
- BONTADINA, F., T. HOTZ, S. GLOOR, A. BECK, M. LUTZ & E. MÜHLEHALER. 1997. Schutz von Jagdgebieten von *Rhinolophus ferrumequinum*. Umsetzung der Ergebnisse einer Telemetrie-Studie in einem Alpental der Schweiz. In: Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt (Hrsg.): *Zur Situation der Hufeisennasen in Europa*. IFA-Verlag, Berlin: 33-39.
- DUVERGÉ, P. L. 1997. Foraging activity, habitat use, development of juveniles, and diet of Greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum*. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Bristol.
- JONES, G. 1990. Prey selection by Greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum*: optimal foraging by echolocation? *Journal of Animal Ecology* 59: 587-602.
- JONES, G., P. L. DUVERGÉ & R. D. RANSOME. 1995. Conservation biology of an endangered species: field studies of Greater horseshoe bats. In: RACEY, P. A. & S. M. SWIFT (Eds). *Symposium Zoological Society London* 67: 309-324.
- LUGON, A. 1996. Ecologie du Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* en Valais (Suisse): habitat, régime alimentaire et stratégie de chasse. Travail de diplôme, Université de Neuchâtel, 106 pp.
- NATURE CONSERVATION COUNCIL. 1985. *Bats in roofs, a guide for surveyors*. Peterborough, 6 pp.
- OHLENDORF, B. 1997. Verbreitung und Bestandsituation der Kleinen Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* und der Grossen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* in Europa. In: Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt (Hrsg.): *Zur Situation der Hufeisennasen in Europa*. IFA-Verlag, Berlin: 8-9.
- RANSOME, R. D. 1989. Population changes of Greater horseshoe bats studied near Bristol over the past twenty-six years. *Biological Journal of the Linnean Society* 38: 71-82.
- RANSOME, R. D. 1997. Climatic effects upon foraging success and population changes of female Greater horseshoe bats. Zur Situation der Hufeisennasen in Europa. In: Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt (Hrsg.): *Zur Situation der Hufeisennasen in Europa*. IFA-Verlag, Berlin: 129-132.
- SCHAUB, M., O. GIMENEZ, A. SIERRO & R. ARLETTAZ. 2007. Integrated modelling of population dynamics from limited demographic data reveals crucial life history information for conserving small endangered populations. *Conservation Biology* 21: 945-955.
- STEBBINGS, R. E. 1988. *Conservation of European bats*. Christopher Helm, London. 246 pp.
- STEBBINGS, R. E. & H. R. ARNOLD. 1987. Assessment of trends in size and structure of a colony of the Greater horseshoe bat. *Symposium Zoological Society London* 58: 7-24.
- VIANIN, N. & Y. CRETENAND. 1992. Le poids du fœtus contraint-il les femelles de Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* à des phases de torpeur en milieu et fin de gravidité? Réplication des expériences de Ransome (1973). Travail de certificat de zoologie, Université de Lausanne, 35 pp.

## Etude 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

Michel Barataud<sup>1</sup>, Fany Grandemange<sup>2</sup>, Arnaud Duranel<sup>3</sup> & Alain Lugon<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vallégeas, F-87400 Sauviat/Vige, France. E-mail : barataudmichel@aol.com

<sup>2</sup> 22, rue Marius Bourrelly, F-83470 Pourcieux, France. E-mail : fany.cigale@laposte.net

<sup>3</sup> 25, Wych Hill Park Woking GU22 0HE Surrey, United Kingdom. E-mail : arnaud\_duranel@yahoo.fr

<sup>4</sup> Champs-Travers 2, CP 87, CH-2054 Chézard, Suisse. E-mail : alain.lugon@bluewin.ch

**Abstract.** In Europe, the Bechstein's bat *Myotis bechsteinii* is a rare species of large old-growth deciduous woodlands. The only colony recorded in Limousin – in the north-west of the Massif Central, France – is however located in a mixed landscape where woodlands are young and very fragmented. In spite of this a priori unsuitable environment, close monitoring of the colony has shown an increase of its size by 110% from 2000 to 2005. In an attempt to explain this apparent contradiction, habitat and prey selection were studied between May and August 2004. Ten bats were radio-tracked, and faeces analysed to investigate the diet of the colony. The results confirm the association of the Bechstein's bat with woodlands, and show a positive selection of gaps created by the 1999 storm. These gaps have well-developed shrub and herbaceous layers with high insect abundance and diversity. The abundance of dead wood benefits saproxylic insects, which are abundant in the bats diet. These characteristics are similar to those of natural, old-growth woodlands – except for long-term stability since conditions are only temporarily favourable in this case. Habitat requirements of the Bechstein's bat are discussed in light of population trends and the evolution of woodlands in Europe.

### INTRODUCTION

La forêt est un milieu vital pour une majorité des chiroptères européens, tant pour le gîte que pour l'alimentation (MESCHEDE & HELLER, 2000). Près de 70 % des espèces effectuent une bonne part de leur cycle biologique en forêt, et près de 40 % en dépendent intégralement. Parmi ces dernières, le vespertilion de Bechstein est considéré comme typiquement inféodé aux peuplements caducifoliés; l'habitat optimal est souvent décrit comme étant la chênaie mixte, mature à âgée, formant de grands massifs non fragmentés (FÜHRMANN *et al.*, 2002; KERTH *et al.*, 2001, 2002; LÜTTMAN *et al.*, 2003; SCHOFIELD & MORRIS, 2000; WOLZ, 1992, 1993a, b).

En France *M. bechsteinii* est présent en faible abondance dans l'ensemble des régions, avec une rareté plus marquée en zone méditerranéenne (HUET, 2001); une enquête effectuée par le Groupe Chiroptères de la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères (non publié) en début d'année 2005, n'a permis de recenser que 11 colonies de mise bas connues sur le territoire national, ce qui montre bien l'effort de prospection restant à produire pour la découverte de gîtes d'espèces arboricoles.

L'une de ces colonies fait l'objet depuis le printemps

2000 d'un suivi démographique, montrant de forts taux de croissance et de naissances sur 6 ans. Or cette colonie, située en région Limousin (nord-ouest du Massif Central de la France), est implantée dans un paysage où la forêt, bien que recouvrant 46,5 % de la surface, cumule 4 facteurs pouvant être jugés a priori comme défavorables :

- La fragmentation : les boisements sont interpénétrés par de nombreuses prairies, supprimant l'effet de grand massif homogène.
- Le substrat cristallin acide : il génère un sol généralement pauvre et peu profond sur les parties sommitales, limitant la diversité des végétaux et invertébrés décomposeurs de même que la structuration verticale des peuplements, entraînant donc une pauvreté du sous-bois.
- La jeunesse : 64,7 % des boisements ont moins de 30 ans, et seulement 3,2 % ont plus de 80 ans.
- Le taux d'enrésinement : 37,2 % des boisements correspondent à des plantations (principalement de douglas *Pseudotsuga menziesii*) traitées en futaie régulière monospécifique et dense, à diversité biologique très pauvre.

Face à ces données contradictoires, une étude a été menée de 1999 à 2004, pour tenter de répondre aux questions suivantes :

1. L'évolution de la disponibilité et de la qualité des gîtes sur le site peut-elle expliquer l'augmentation des effectifs ?
2. Les individus de la colonie utilisent-ils pour la chasse uniquement les milieux forestiers, ou exploitent-ils également des milieux ouverts, et si oui lesquels et dans quelles proportions ?
3. Quels sont les types de peuplements forestiers sélectionnés ?
4. Y a-t-il une sélection de microstructures au sein de l'habitat forestier ?
5. Les proies capturées sont-elles en relation avec un type de végétation ayant subi une variation d'abondance récente ?
6. La distance entre gîte et terrains de chasse ainsi que la taille des territoires exploités sont-elles comparables à celles citées dans les milieux qualifiés d'optimaux ?
7. Peut-on trouver une explication à la tendance démographique positive de la colonie, dans les résultats d'utilisation de l'espace par les animaux en chasse ?
8. Peut-on dégager de cet exemple de milieu supposé sub-optimal, mais permettant à une colonie de croître, des préconisations pratiques de gestion forestière, applicables de manière réaliste dans une région vouée à une sylviculture de plus en plus intensive ?

## MÉTHODE ET MATÉRIEL

### Situation de la colonie

La colonie se situe sur la commune de Sauviat [coordonnées UTM WGS84 : (31) 389481 E ; 5082542N] dans le département de la Haute-Vienne. L'altitude varie de 450 à 550 m ASL, le paysage est de type collinaire avec de nombreux petits vallons irrigués de ruisseaux de moins de 0,50 m de largeur ; le climat est de type océanique, avec une moyenne des températures en juillet de 16 à 17°C, et 1100 mm de précipitations annuelles. Les trois gîtes utilisés pour la mise bas et l'élevage des jeunes se situent dans une zone restreinte (env. 1000 m<sup>2</sup>), constituée d'un jardin avec quelques vieux arbres en périphérie d'un village d'une quinzaine d'habitations, le tout entouré d'un ensemble de pâtures avec haies feuillues et d'une colline boisée.

### Suivi de la colonie (gîtes, démographie)

La colonie occupe cette zone de mise bas au moins depuis 1998, les gîtes occupés à cette époque étant des cavités d'arbres ; à partir de 1999 plusieurs gîtes artificiels (béton de bois, parties de tronc d'arbre creux) ont été disposés sur le site.

En 2001 des capteurs thermiques (StowAway Tidbit de Procensor) ont été disposés dans les deux gîtes principaux pour étudier les éventuelles différences de température en relation avec la phénologie de leur occupation. Le capteur interne était disposé de manière à ne pas être en contact avec les animaux, et le capteur externe était fixé contre le tronc près de l'entrée de la cavité, exposition nord (ombre permanente).

Les gîtes utilisés permettent un contrôle visuel de la présence et du comportement des animaux ; la phénologie de la mise bas a pu ainsi être étudiée. Des comptages quasi quotidiens du nombre d'individus en sortie crépusculaire et des juvéniles non volants ont été réalisés depuis l'été 1999.

### Etude cartographique des habitats de la zone d'étude

En préalable à l'étude de télémétrie, une zone d'étude a été sélectionnée en 2004, selon un cercle de 2 km de rayon autour du gîte de mise bas (distance d'éloignement maximale entre gîte et terrains de chasse citée le plus fréquemment dans la bibliographie). Par la suite cette aire a été complétée à l'est par une zone fréquentée par quelques individus chassant à plus de 2 km du gîte. Nous avons visité 1421 ha, en attribuant à chaque parcelle homogène un code d'habitat et un indice de lisière, selon une typologie descriptive prenant en compte les exigences connues de l'espèce (Tabl. 1) ; 1396 polygones ont été zonés sur orthophotoplans (source : IGN), puis décrits et saisis sur S.I.G. (logiciel Arcview 8.3, ESRI™).

### Suivi des individus par télémétrie

De mai à juillet 2004, dix individus différents (Tabl. 2) ont été équipés d'émetteurs de 0,55 et 0,65 g (BD-2B Holohil Systems Ltd, Canada), ainsi que de bagues plastiques colorées permettant une reconnaissance individuelle pendant la durée de l'étude et d'éviter d'équiper deux fois le même individu. Trois périodes ont été sélectionnées, correspondant aux périodes de gestation (suivi de trois femelles du 13 au 28 mai), d'allaitement (suivi de trois femelles du 5 au 13 juillet), et de post-sevrage (suivi de trois femelles et d'un mâle juvénile du 5 au 14 août).

Les suivis étaient réalisés le plus souvent à trois observateurs (parfois deux) munis de deux récepteurs VR500 et antennes HB9CV (Yaesu™) et d'un récepteur Australis 26k (Titley™) avec antenne Yagi AY/C trois éléments. Les positions des observateurs étaient relevées avec trois GPS (Magellan™ 320 et Garmin™ 12), et les azimuts pris avec des boussoles à visée Recta™. Selon les circonstances, la fréquence des relevés était environ d'une toutes les cinq minutes et les animaux étaient suivis durant 1 à 5 nuits complètes [sauf dans les cas de perte momentanée du signal lors des déplacements de l'animal, de panne (deux cas) ou chute (un cas) de l'émetteur].

Tableaux 1 et 1' : Typologie descriptive des habitats de la zone d'étude (types et sous-types de milieux, et variables liées à la végétation et au sol).

TYPE	SOUS-TYPE		
	Sous-type	Classe d'âge	Essence ou classe à + de 50 %
A Terrain forestier	1 Peuplement arbustif	a moins de 5 ans	1 résineux 2 feuillus
		b 5 à 15 ans	1 résineux 2 feuillus
	2 Taillis pur ou jeune futaie	a 15 à 30 ans	1 résineux
		b taillis f. > 30 ans	2 feuillus
	3 Taillis sous futaie	a taillis jeune & dense	1 futaie résineuse 2 futaie feuillue
		b taillis 15 à 40 ans (feuillus)	1 futaie feuillue lâche 2 futaie f. assez dense
	4 Futaie pure ou avec taillis ancien (> 40 ans)	a futaie 30 à 80 ans	1 résineux 2 feuillus
		b futaie > 80 ans	1 résineux 2 feuillus
	5 Futaie irrégulière	a semenciers < 100 ans	1 résineux 2 feuillus
		b semenciers > 100 ans	1 résineux 2 feuillus
	B Village	1 Sans vieux arbres	
		2 Avec vieux arbres	
	C Terrain agricole	1 Culture	
		2 Autre (tourbière, friche...)	
3 Prairie fauchée			
4 Prairie pâturée			
5 Verger haute tige			
D Ruisseau	1 sur milieu ouvert		
	2 sous-bois résineux		
	3 sous-bois feuillus		
E Etang	1 pourtour surtout ouvert		
	2 pourtour surtout résineux		
	3 pourtour surtout feuillus		

Autres variables		
Tous milieux	Etage herbacé et/ou buissonnant	Présent sur moins de 10 % de la surface
		Présent sur 10 à 50 % de la surface
		Présent sur plus de 50 % de la surface
	Etage arbustif	Présent sur moins de 10 % de la surface
		Présent sur 10 à 50 % de la surface
		Présent sur plus de 50 % de la surface
	Indice de lisière	Lisière verticale absente ou d'influence négligeable
		Lisière verticale présente. Influence faible
		Lisière verticale présente. Influence moyenne
		Lisière verticale présente. Influence forte
	~	sol hygromorphe (aulne, saule, jonc)

### Traitements des données de télémétrie

La position des points était calculée par le logiciel Locate II (version 1.82; VILIS NAMS, Canada). Seuls étaient retenus les pointages cohérents par rapport aux indices qualitatifs des azimuts relevés par les observateurs sur le terrain (plusieurs tests ont été effectués avant l'équipement des animaux, pour juger des biais éventuels dus à la configuration du terrain et au type de matériel utilisé); ce tri a conduit à ne retenir que 58,3% des pointages réalisés (Tabl. 2). Il est à souligner que le tri ne s'est en aucune manière basé sur les habitats dans lesquels les contacts étaient obtenus.

Ces positions estimées étaient alors traitées grâce aux extensions «Spatial Analyst» et «Animal Movement» de la version 3.3 d'ArcView (ESRI™); différentes valeurs étaient calculées :

- PCM (Polygone Convexe Minimal) d'activité individuel: l'aire minimale contenant tous les points de présence d'un individu, gîtes compris.
- PCM de chasse individuel: l'aire minimale contenant tous les points liés à l'activité de chasse d'un individu, gîtes exclus.
- PCM global d'activité: l'aire minimale contenant tous les points de présence des 10 individus suivis, gîtes compris.
- Aires Kernel 95 individuelles (WORTON, 1989; BONTADINA & NAEF-DAENZER, 2002): zones de chasse principales, retenant 95% de la densité d'utilisation formée par l'ensemble des points de contacts d'un individu en chasse. Cette densité a été estimée grâce à une fonction Kernel fixe. Un même facteur de lissage (35) a été appliqué au calcul des aires Kernel des 10 individus, ce facteur correspondant à la valeur obtenue par la méthode des moindres carrés (*least square cross validation*) appliquée aux dispositions de points de contacts les

plus compactes. Ce principe a été retenu à cause de la particularité des terrains de chasse de plusieurs individus, fréquentant 2 à 3 secteurs de chasse isolés de 1 km ou plus (le facteur de lissage indiqué par défaut pouvant être dans ces cas de 200, surestimant fortement les zones de chasse principales).

La sélection des habitats a été étudiée par analyse compositionnelle (AEBISHER *et al.*, 1993), en comparant les habitats disponibles (définis comme ceux qui sont situés à l'intérieur du PCM global d'activité) aux habitats utilisés (définis soit comme ceux qui sont présents dans les zones Kernel 95, soit comme ceux dans lesquels les points de contacts étaient situés).

Lorsqu'un contact rapproché (homing-in) était établi avec un individu suivi, et que sa présence à moins de 10 m était certaine par rotation de l'observateur autour du point de réception maximal, l'endroit précis était mémorisé et revisité en journée pour établir un relevé de 22 variables descriptives de la structure forestière (Tabl. 3). Pour chaque point de contact réel faisant l'objet d'une description, les mêmes variables étaient relevées sur un point de référence situé à 50 m du point réel (vers un azimut tiré au sort), afin de permettre une comparaison entre valeurs exploitées et valeurs disponibles; cette distance de 50 m fut jugée comme un compromis entre deux exigences contradictoires: être suffisamment éloigné de la zone décrite autour du point de contact, et rester dans la zone de probabilité de présence de l'animal au moment du contact (sachant la faible amplitude des déplacements de cette espèce sur ses zones de chasse). Les caractéristiques des points de homing-in et des points de référence ont été comparées et les différences testées (test t de Student). Les différences de distances gîte-zones de chasse et celles des surfaces de terrains de chasse, entre individus chassant en forêt fragmentée et ceux qui chassent en forêt compacte, ont été testées grâce au test U de Mann-Witney.

Tableau 2: Informations sur les 10 individus différents suivis.

code ind.	sexe	statut	Masse (g)	émetteur	période suivi	n. nuits	n. pointages réalisés	n. pointages retenus
<b>M63</b>	mâle	juvénile	7,5	0,55 g	début août	2	48	34
<b>F63</b>	femelle	allaitante	9,5	0,55 g	début juillet	3	137	63
<b>F64</b>	femelle	allaitante	12,5	0,55 g	mi-juillet	3	118	77
<b>F65</b>	femelle	post-allaitante	9,5	0,55 g	mi-août	2	114	84
<b>F67</b>	femelle	gestante	8,5	0,65 g	mi-mai	2	82	54
<b>F67-2</b>	femelle	gestante	10,5	0,65 g	fin mai	4	292	101
<b>F68</b>	femelle	gestante	12	0,65 g	fin mai	5	214	125
<b>F68-2</b>	femelle	post-allaitante	9,5	0,65 g	début août	1	101	78
<b>F69</b>	femelle	allaitante	13	0,65 g	début juillet	3	141	91
<b>F69-2</b>	femelle	post-allaitante	10	0,65 g	mi-août	2	58	55

Tableau 3: Liste des variables descriptives de l'habitat forestier, notées sur les points de contacts précis (homing-in).

Strate arborée supérieure	dominante
	secondaire
	Age
	Nappe
Strate arborée intermédiaire	Couverture
	dominante
	secondaire
	Age
Strate arbustive	Nappe
	Couverture
	dominante
Strate herbacée	secondaire
	Couverture
	Hauteur
Hygromorphie	
Distance grand arbre	
Distance trouée	
Distance clairière	
Distance lisière	
Pâturage	

Tableau 3': Légende explicative des variables.

TYPE	NOTE	DEFINITION
strate arborée supérieure		arbre de hauteur > 20 m
strate arborée intermédiaire		arbre de hauteur < 20 m
nappe arborée	disruptive	couverture de canopée présentant des trouées, des interruptions
	continue	couverture de canopée uniformément dense
strate arbustive		ligneux hauteur < 4 m
strate herbacée		végétation hauteur < 1,5 m
hauteur végétation herbacée	rase	< à 10 cm
	moyenne	10 à 30 cm
	haute	> à 30 cm
couverture strate végétale	O	absente
	1	< 25 %
	2	25 à 50 %
	3	50 à 75 %
trouée	4	75 à 100 %
		espace ouvert dans la canopée, dû à un châblis, d'une surface < à 500 m <sup>2</sup> , avec couverture arbustive et herbacée forte
clairière		espace ouvert dans la canopée, résultant de la tempête de 1999 ou d'une coupe, d'une surface > à 500 m <sup>2</sup> , avec couverture arbustive et herbacée forte, et éventuellement quelques arbres isolés couvrant moins de 50 % de la surface
milieu forestier: distance du point à une trouée	O	point dans la trouée, ou sur la lisière
	1	point distant de moins de 20 m de la lisière de la trouée
	2	point distant de plus 20 m
milieu forestier: distance du point à une clairière	O	moins de 10 m de la lisière de la clairière
	1	point distant de 10 à 20 m
	2	point distant de plus 20 m
distance du point à la lisière	O	moins de 10 m de la lisière
	1	point distant de 10 à 20 m
	2	point distant de plus 20 m
distance du point à un grand arbre	O	moins de 10 m grand arbre
	1	point distant de 10 à 20 m
	2	point distant de plus 20 m
sol hygromorphe	O	au point précis
	1	à moins de 20 m
	2	à plus de 20 m
pâturage	nul	non pâturé
	O	ovin
	B	bovin
	E	équin

### Etude du régime alimentaire

Les nichoirs occupés par la colonie étant équipés de réceptacles en verre escamotables dans leur partie inférieure, la récolte du guano était possible à tout moment; les bocalx étaient vidés régulièrement, et le nombre d'individus présents permettait de récolter sur une journée le nombre de crottes nécessaire à l'analyse. Les dates de récoltes (année 2004) furent les suivantes: 1<sup>er</sup> mai, 20 mai, 10 juin, 29 juin, 15 juillet, 30 juillet, 16 août, 27 août.

Quinze crottes ont été tirées aléatoirement parmi chaque échantillon. CRETENAND & VIANIN (1992) ont montré qu'au-delà de 15 crottes par échantillon, la diversité du régime alimentaire n'augmentait plus de manière significative chez *Rh. ferrumequinum*. Toutefois, nous avons décidé de tester sur l'échantillon présentant la plus grande diversité spécifique si cette affirmation était transposable à *M. bechsteinii*. A cet effet, nous avons analysé 10 crottes supplémentaires et avons tiré aléatoirement les données des 25 crottes disponibles en répliquant 100 fois l'expérience. Nous avons ainsi pu produire une courbe traduisant l'évolution de la diversité en fonction du nombre de crottes analysées.

Les crottes ont été trempées au préalable dans de l'alcool à 70% avant d'être disséquées à l'aide de brucelles entomologiques sous une loupe binoculaire 10-40x. Les déterminations ont été faites jusqu'au niveau systématique le plus élevé possible, mais au moins jusqu'à l'ordre. Les clés de MCANEY *et al.* (1991) et SHIEL *et al.* (1997) ont été consultées.

Le volume relatif moyen de chaque catégorie de proies

a été estimé à 5% près pour chaque échantillon de 15 crottes.

Les analyses de réplifications montrent que la détermination de 15 crottes permet de déceler 93% des taxons. La détermination de 5 crottes supplémentaires (20 au lieu de 15) permet un gain de 4% d'espèces seulement.

Contrairement au calcul des occurrences, l'analyse des volumes relatifs donne une bonne appréciation de la biomasse de chaque catégorie de proies (KUNZ, 1988).

## RESULTATS

### Suivi de la colonie

#### • Gîtes

**Historique et descriptif:** Le Tableau 4 montre l'usage des sept gîtes utilisés par la colonie; trois autres gîtes (un bouleau *Betula pendula* et deux nichoirs-troncs en prunier *Prunus domestica*) sont occupés très occasionnellement par un à cinq individus. Seuls les trois pruniers sont connus depuis 1999; les cavités utilisées sont des loges de pic épeiche *Dendrocopos major* creusées entre 1995 et 1998. Les nichoirs-troncs sont occupés depuis 2002 (les dates de pose sont de février 2001 pour Nt3 et de juin 2002 pour Nt8: ce dernier a été occupé deux mois après sa pose); le chêne *Quercus robur* (Cc1) et le merisier *Prunus avium* (Mc1) (éloignés du gîte de mise bas respectivement de 140 et 1150 m) sont connus seulement depuis 2004, grâce au suivi des individus équipés d'émetteurs. La totalité des gîtes principaux, utilisés

Tableau 4: Informations sur les gîtes occupés par la colonie et leurs types d'utilisations.

code gîte	type	hauteur trou (m)	ensoleillement	années d'occupation	occupation moy. annuelle en jours	durée moy. d'occupation continue (min.; max.)	statut
Pc1	vieux prunier	3,5	faible, mi-journée	1999 à 2004	23,2 ± 20,3	14,5 (1; 44)	mise bas
Pc2	vieux prunier	2	fort, continu	1999, 2000, 2001, 2002, 2004	8,2 ± 10,2	5,8 (1; 15)	gestation, post-allaitement
Pc3	prunier mort	8	fort, continu	1999, 2000, 2001, 2002, 2004	8,6 ± 8,7	7,1 (2; 21)	début gestation
Mc1	merisier	0,5	fort, pm	2004	66	13,2 (1; 41)	gestation, post-allaitement
Cc1	chêne	2	faible, fin journée	2004	11	11	gestation
Nt3	nichoir-tronc	4,5	moyen, pm	2002, 2003, 2004	23,3 ± 14,6	7 (1; 40)	mise bas
Nt8	nichoir-tronc	3,5	fort, pm	2002, 2003, 2004	38,6 ± 22	8,9 (1; 33)	gestation, mise bas



d'avril à octobre, semble désormais connue : avant 2004 la colonie cumulait de 0 à 29 (moy. 18,25) jours d'absence du site de mise bas entre mai et septembre, alors qu'en 2004 le contact était continu du 26 avril au 16 octobre, le merisier Mc1 découvert en 2004 expliquant la grande majorité des absences antérieures.

Parmi les 14 gîtes artificiels disposés sur le site de mise bas, on constate une absence totale d'occupation des boîtes en béton de polystyrène (modèle Boulay, grand et petit format), des boîtes plates en planches (espace en fissure), et des nichoirs-troncs soit de petit volume (diamètre intérieur < 10 cm) soit disposés à l'ombre en permanence. Les deux gîtes utilisés pour la mise bas sont 2 nichoirs-troncs en chêne (parties de troncs creux avec écorce et trous naturels forés par des pics); les éléments semblant particulièrement importants pour le gîte de mise bas sont : le matériau (bois), l'épaisseur de la paroi (> 5 cm), le volume (diamètre > 10 cm, hauteur > 50 cm), l'exposition (lisière sud-ouest à ouest, avec ensoleillement du milieu de journée au soir), la position du trou d'entrée (situé à mi-hauteur, générant ainsi un gradient de température verticalement), la taille du trou d'entrée (soit une fente de plusieurs dizaines de centimètres de long, soit un trou de diamètre supérieur à 45 mm (moy.  $52,5 \pm 5,24$  mm, n=6).

*Phénologie d'occupation* : Les relevés précis ont débuté au printemps 2000 et portent donc au maximum sur 6 années.

La date la plus précoce d'arrivée sur le site est le 26 avril (le lieu d'hivernage est inconnu). Généralement le premier gîte occupé est le Pc3 : le fait qu'il soit mort et de faible épaisseur (inertie thermique faible) et exposé au soleil en continu, entraîne un réchauffement rapide et joue certainement un rôle dans la thermorégulation des femelles gestantes en début de saison. Ensuite, jusqu'en fin de gestation, les femelles alternent entre deux arbres (Mc1 et Pc2) et le nichoir-tronc Nt8. Le temps moyen de séjour dans un même gîte durant la période de gestation est de  $8,6 \pm 6,4$  jours (min. 1, max. 23).

La date de première mise bas oscille entre le 13 juin et le 3 juillet (date moy. = 25 juin); les naissances s'étalent en moyenne sur  $7,6 \pm 3,9$  jours (min. 2, max. 13). En 2000 et 2001 le Pc1 accueillait les naissances, mais la pose des nichoirs Nt3 (2001) et Nt8 (2003) à des meilleures situations d'ensoleillement a sans doute fait délaisser ce gîte. La mise bas a eu lieu dans le Nt3 en 2002, puis en 2003 et 2004 l'augmentation de la taille de la colonie a rendu le Nt8 plus attractif, sans doute parce que plus volumineux. Le temps moyen de séjour dans un même gîte durant cette période (de la première mise bas à l'envol des juvéniles) est de  $32,2 \pm 9,1$  jours (min. 24, max. 44).

La période de post-sevrage voit les animaux plus mobiles; généralement le gîte de mise bas est abandonné (au moins

pour quelques jours) dans les jours qui suivent l'envol des jeunes derniers-nés. Le temps moyen de séjour dans un même gîte durant cette période est de  $10,2 \pm 9,2$  jours (min. 2, max. 42). La date la plus tardive d'observations d'individus sur le site est le 16 octobre.

A cette stabilité spatiale s'ajoute une stabilité sociale : le groupe de femelles gestantes ou allaitantes ou de femelles plus jeunes montre une bonne cohésion puisque dans 72% des cas le comptage effectué en sortie de gîte donnait le même nombre que le comptage précédent; les variations d'effectifs sont surtout concentrées en début et fin de saison (jusqu'au 15 mai et après le 15 septembre).

*Températures* : Le Tableau 5 détaille les relevés effectués en 2001 au sein du Pc1, qui servait de gîte de mise bas cette année-là. Les deux premières colonnes correspondent à deux périodes différentes d'occupation par la colonie, et la troisième colonne à une période d'absence. La température interne est globalement peu élevée, même s'il est probable qu'elle soit plus forte au cœur de l'essaim. L'examen des écarts entre moyennes intérieures et extérieures montre bien l'influence thermique positive de la biomasse de la colonie : quelles que soient les circonstances, le gîte reste plus chaud que l'extérieur, mais durant la période d'absence l'écart moyen n'est que de  $0,5^\circ\text{C}$  (0 ind.), alors qu'il est de  $1,1^\circ\text{C}$  durant la période de mise bas (22 ad.+ 12 juv. de petite taille) puis de  $2^\circ\text{C}$  après le sevrage (34 ind de taille ad.). Bien que ce gîte soit peu ensoleillé, ses parois épaisses assurent une certaine isolation, conservant la chaleur de l'essaim notamment pendant les heures nocturnes les plus fraîches qui correspondent, de plus, à l'absence des adultes; ce facteur est sûrement essentiel pour le soutien du métabolisme et le bon développement des juvéniles pendant leurs premières semaines. Les gîtes Nt3 et Nt8 ayant été sélectionnés ensuite par la colonie sont mieux exposés et moins volumineux, induisant certainement une température plus élevée.

*Comportement* : Le rythme des émergences crépusculaires hors du gîte diurne est variable d'une période à l'autre; les moyennes établies à partir d'un minimum de 10 comptages par mois étalés sur 4 ans donnent les résultats suivants :

- en mai : 1 ind. toutes les  $1,1 \pm 0,2$  min
- en juin et juillet : 1 ind. toutes les  $0,7 \pm 0,3$  min
- en août : 1 ind. toutes les  $0,6 \pm 0,3$  min
- en septembre : 1 ind. toutes les  $1,6 \pm 0,6$  min
- en octobre : 1 ind. toutes les  $3,5 \pm 1,2$  min.

Le développement des juvéniles est assez rapide : les yeux s'ouvrent aux environs du 7<sup>e</sup> jour et l'âge du premier envol est noté entre 25 et 28 jours.

La colonie forme toujours un essaim compact au sein du gîte, mais selon l'heure de la journée (en liaison

Tableau 5 : Relevés de températures (°C) intérieures et extérieures, avec et sans la colonie, sur gîte de mise bas en 2001.

Arbre Pc1 ; Mise bas et lactation, 06/07 au 20/07/01					Arbre Pc1 ; Sevrage, 20/07 au 17/08/01					Arbre Pc1 ; non occupé, 25/09 au 03/10/01				
Heure (TU)	Intérieur		Extérieur		Heure (TU)	Intérieur		Extérieur		Heure (TU)	Intérieur		Extérieur	
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype		Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype		Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype
0	16,2	1,4	13,3	2,1	0	<b>20,7</b>	3,5	<b>16,4</b>	3,6	0	<b>15,8</b>	3,5	<b>12,4</b>	3,9
2	15,8	1,5	13,3	2,2	2	<b>19,7</b>	3,5	<b>15,5</b>	3,8	2	<b>14,7</b>	3,6	<b>12,2</b>	4,4
4	15	1,7	12,5	2,1	4	<b>18,9</b>	3,5	<b>14,7</b>	3,7	4	<b>13,9</b>	3,7	<b>11,6</b>	4,5
6	14,9	1,7	12,2	2,2	6	<b>18,2</b>	3,5	<b>13,9</b>	3,4	6	<b>13,2</b>	3,8	<b>11,6</b>	4,4
8	14,7	1,7	12,8	1,9	8	<b>18,3</b>	3,5	<b>14,4</b>	3,1	8	<b>12,8</b>	3,9	<b>11,5</b>	4,3
10	15	1,7	14,6	1,7	10	<b>19,1</b>	3,5	<b>19</b>	3,3	10	<b>12,5</b>	3,9	<b>14,4</b>	3,4
12	15,5	1,9	16,1	2,2	12	<b>20,4</b>	3,7	<b>21,5</b>	3,9	12	<b>13,8</b>	3,4	<b>17,4</b>	3,2
14	16,4	2,1	17,3	2,2	14	<b>21,6</b>	3,7	<b>23,3</b>	4,1	14	<b>15,3</b>	3,1	<b>18,7</b>	4
16	16,9	2	17,4	2,1	16	<b>23</b>	3,8	<b>23,9</b>	4,6	16	<b>17</b>	3,4	<b>18,9</b>	4,3
18	17,3	2	17,8	2,5	18	<b>23,7</b>	4	<b>23,4</b>	4,1	18	<b>18,1</b>	3,3	<b>18,2</b>	3,7
20	17,5	2	17	2,2	20	<b>23,7</b>	3,9	<b>21,9</b>	3,4	20	<b>18,2</b>	3,6	<b>15,1</b>	3,7
22	17,4	1,8	14,6	1,9	22	<b>22,7</b>	3,6	<b>17,9</b>	2,9	22	<b>17</b>	3,5	<b>13,5</b>	3,9
	<b>16</b>	1	<b>14,9</b>	2		<b>20,8</b>	2	<b>18,8</b>	3,7		<b>15,1</b>	1,9	<b>14,6</b>	2,8

avec l'ensoleillement du gîte) le groupe se déplace verticalement: durant la matinée il occupe toujours le haut du volume, alors que l'après-midi, lorsque la température extérieure est supérieure, il descend en dessous du trou d'accès; lors de périodes fraîches les individus se mettent en hypothermie dans la partie basse de la cavité. En temps normal, il est rare que les animaux soient tous actifs en même temps et il est remarquable de noter la constance de la torpeur de certains individus de l'essaim, secoués sans ménagement par leurs congénères actifs. Assez régulièrement l'ensemble du groupe est secoué d'un spasme synchrone, sans causes externes apparentes.

Deux exemples de cohabitation interspécifique au sein du gîte diurne ont été notés :

- avec *Myotis daubentonii* (1 individu mêlé à l'essaim de *M. bechsteinii* dans le gîte Nt8 en période de post-lactation,
- avec le pic épeiche (*Dendrocopos major*): à deux reprises dans deux gîtes différents (Pc1 et Pc2), un pic vient occuper la loge où gîte l'essaim de vespertillons (période de post-lactation également), arrivant le soir juste avant la sortie des chiroptères; dans le cas du Pc2, le tronc étant creux sur toute sa longueur on peut supposer que l'oiseau trouve refuge loin de l'essaim, mais pour le Pc1 il se trouvait forcément juste en dessous des chauves-souris quelques minutes seulement le soir, mais un temps plus long le matin suivant, devant supporter les bruits et les déjections de ces dernières.

#### • Démographie

Le Tableau 6 détaille les effectifs d'adultes et sub-adultes avant naissances, et de jeunes à la naissance et à l'envol, entre 2000 et 2005 (certaines données manquent pour 2005, le suivi n'ayant pu être complet sur toute la saison). Au moins en 2004 où tous les individus de la colonie ont été capturés et individualisés par marquage (bagues colorées), le groupe d'adultes et sub-adultes était, avant les naissances, exclusivement composé de femelles.

En 2000 et 2001, le nombre reste de 22 adultes et sub-adultes avant les naissances; puis à partir de 2002 il augmente régulièrement, le taux d'accroissement entre 2002 et 2005 étant de 110 %. Le taux de naissances moyen est de 75,8 %. Le taux de survie des juvéniles entre la naissance et l'envol est de 95,2 % entre 2000 et 2004. La cause de mortalité des juvéniles est toujours la chute d'un nouveau-né (âge < 1 semaine) au fond de la cavité, ce dernier n'étant pas récupéré par les femelles même s'il se trouve à une dizaine de cm en dessous d'elle; il meurt alors en quelques heures d'hypothermie et d'épuisement. Les conditions météorologiques générales ont été notées chaque année durant la période de présence des animaux. Il semble y avoir une corrélation positive entre un temps chaud et relativement sec en mai et juin, et le taux des naissances (à travers le taux de femelles subissant un avortement): les années 2000, 2004 et 2005 (taux > 80 %) ont montré ces conditions favorables (temps frais et/ou pluvieux < 1 semaine), alors que de 2001 à 2003 (taux < 70 %) le temps a été frais et/ou pluvieux durant 4 à 6 semaines sur les 8. En 2004, où les 35 femelles et 32 juvéniles ont fait l'objet d'un marquage coloré, la proportion de femelles chez les juvéniles était de 59,3 %.

Tableau 6 : Données quantitatives sur la colonie entre 2000 et 2005.

Années	n. femelles avant naissances	n. femelles après naissances	date 1 <sup>ère</sup> naissance	date dernière naissance	n. juvéniles naissances	n. juvéniles avant envol	accroissement annuel	taux de naissances	taux survie juvéniles avant envol
2000	22	22	27-juin	29-juin	19	19		86,30 %	100 %
2001	22	14	03-juil	11-juil	14	12	0 %	63,60 %	85,70 %
2002	25	24	30-juin	11-juil	16	15	15 %	64 %	93,70 %
2003	29	25	13-juin	20-juin	20	20	16 %	69 %	100 %
2004	35	35	24-juin	01-juil	32	31	20 %	91,40 %	96,80 %
2005	47					38	33 %	80,85 %	

L'augmentation des effectifs de femelles avant les naissances (Fig. 1) est très significative ( $p < 0,05$ ).

Plusieurs hypothèses, seules ou cumulées, peuvent expliquer cette augmentation :

- Cette colonie a pour origine un petit noyau issu du fractionnement d'une colonie voisine; implanté récemment sur le site, il subit depuis une phase d'expansion typique d'une population pionnière occupant un territoire vacant.
- La colonie est implantée depuis longtemps sur le site avec un effectif relativement stable autour d'une vingtaine d'ind.; les conditions d'hivernage des dernières années ont favorisé la survie des individus, notamment des juvéniles.
- La colonie est implantée depuis longtemps sur le site avec un effectif relativement stable autour d'une vingtaine d'ind.; l'augmentation de la disponibilité des gîtes de mise bas et de leur caractère favorable depuis 2001 a augmenté les taux de naissances et de survie des jeunes.
- La colonie est implantée depuis longtemps sur le site avec un effectif relativement stable d'une vingtaine d'ind.; une modification positive et importante des milieux de chasse, à l'échelle minimale de l'aire d'activité occupée par la colonie durant la saison de chasse, a provoqué une augmentation des ressources trophiques, avec des répercussions sur le taux de survie des jeunes notamment.

Ces hypothèses peuvent être analysées à la lumière des éléments suivants :

- Si la preuve de la reproduction date de 1999, la présence de l'espèce sur le site remonte à 1997 de manière certaine et même probablement à 1990 (enregistrements de signaux sonar et cris sociaux). Cette hypothèse de phase expansive d'une population pionnière est donc peu probable. De plus, même si le recul est insuffisant pour en juger correctement, il semble que la phase de croissance démographique ait réellement débuté entre 2001 et 2002, la colonie

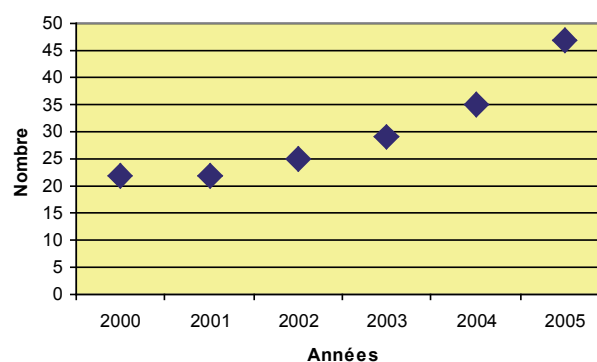


Fig. 1 : Evolution des effectifs de femelles de la colonie étudiée entre 2000 et 2005.

ayant eu des effectifs quasi constants entre 1999 (comptages uniquement en fin de saison) et 2001. La croissance démographique d'une population peut présenter une phase exponentielle grâce à l'effet de groupe (DAJOZ, 2000) qui a été observé chez de nombreux vertébrés et invertébrés: il existe peut-être un seuil du nombre d'individus au sein d'une colonie de *M. bechsteinii*, au-delà duquel l'effet thermique positif dû à la biomasse, ou un ensemble de facilitations sociales, vont augmenter le succès de la reproduction et la survie des individus. Cependant, il semble d'après les données bibliographiques en Europe (KERTH, 1998; FÜHRMANN *et al.*, 2002; GESSNER & WEISHAAR, 2003) et originales collectées en France (Groupe Chiroptères SFPEM, comm. pers.) que l'effectif d'une colonie soit rarement inférieur à la vingtaine (ce qui pourrait constituer une biomasse minimale pour assurer l'élevage des juvéniles dans des conditions thermiques viables).

- Les sites d'hivernage n'étant pas connus, aucune information sur une éventuelle amélioration des conditions d'hivernage n'est disponible; une tendance stationnaire voire négative est cependant plus à craindre, étant donné la rareté des sites souterrains et la diminution constante des vieux arbres dans la

région d'étude. Les conditions climatiques hivernales de ces dix dernières années ne semblent pas montrer non plus un brusque changement favorable qui serait intervenu depuis 2000 à 2002; cette hypothèse est peu probable.

c. Cette hypothèse s'appuie sur un fait avéré: la pose de gîtes artificiels de nature et d'exposition a priori très favorables a certainement augmenté au minimum le « confort thermique » de la colonie. Le taux de naissances a en effet augmenté entre 2001 et 2004; il est potentiellement dépendant du nombre de femelles non mures (bien que chez cette espèce les femelles non supposées pouvoir mettre bas à l'âge d'un an) ou non fécondées, mais aussi du taux d'avortement lié aux conditions thermiques et trophiques durant la gestation. Le taux de survie des juvéniles entre l'envol et la dispersion automnale est lui toujours très élevé, sauf en 2001, après un printemps exceptionnellement pluvieux et frais. En fait, les deux années où les taux de naissances et de survie sont tous deux très élevés correspondent aux années où les mois de mai et juin ont été globalement chauds et secs (2000 et 2004). Or en 2000 les nouveaux gîtes n'étaient pas présents. Il semble donc que les conditions météorologiques printanières soient prédominantes dans l'effet à court terme sur les juvéniles. Il nous est par contre impossible de juger des effets d'un éventuel meilleur développement des juvéniles (grâce à des gîtes plus chauds) sur le taux de survie lors du premier hiver.

d. La région d'étude se trouve sur le couloir de la tempête du 29 décembre 1999; des milliers d'hectares ont été détruits à plus de 80% (principalement des plantations équiennes de résineux âgées de 30 à 60 ans), et aucune parcelle n'est restée indemne de chablis. La physionomie des forêts a donc été modifiée plus ou moins profondément: de la destruction totale, à la pénétrabilité parfois difficile de nombreux peuplements encombrés de chablis et de végétation buissonnante et arbustive résultant de l'ouverture du couvert arboré. Ce phénomène sans précédent depuis au moins un siècle, a été jugé par la profession forestière comme une « destructuration » du milieu forestier; en terme d'écologie forestière, cela correspond plutôt dans la plupart des cas à une « restructuration », puisque de nombreux peuplements pauvres en sous-étages se sont progressivement enrichis par taches de végétation pionnière. Or les écotones forestiers (lisière complète, avec manteau arbustif et ourlet herbacé) contiennent une diversité et une abondance d'arthropodes plus importantes que les milieux fermés ou ouverts attenants, et ceci quel que soit le type de peuplement (DAJOZ, 1998). Il est donc possible que cette modification profonde ait eu un impact sur les ressources trophiques exploitées par certains chiroptères forestiers. C'est ce qui nous a conduit en 2004 à étudier les habitats disponible

et vérifier les habitats utilisés par la colonie de *M. bechsteinii*.

### Habitats présents sur la zone d'étude

#### • Types paysagers :

La zone cartographiée autour de la colonie couvre 1421,59 ha, découpés en 1396 polygones caractérisés par un habitat homogène au regard de la typologie (Tab. 1). Les milieux agricoles et forestiers sont largement dominants, et leurs proportions sont proches (Fig. 2); la surface moyenne des polygones des milieux ouverts et des milieux forestiers sont respectivement de  $1,32 \pm 1,48$  et  $0,79 \pm 1,54$  ha, ce qui donne une bonne idée de la mosaïque des habitats au sein du paysage. On note cependant une répartition plus forte de la couverture forestière sur la moitié est (Fig. 3).

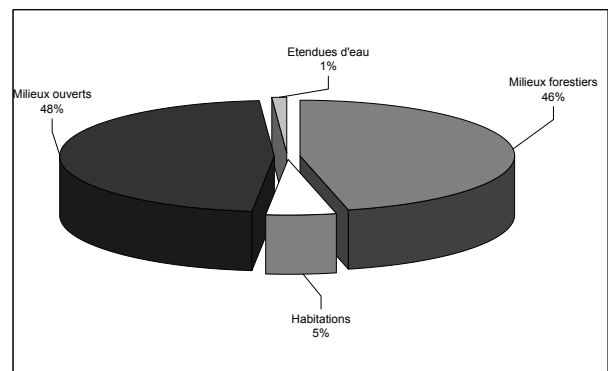


Fig. 2: Proportions des quatre grands types paysagers de la zone d'étude.

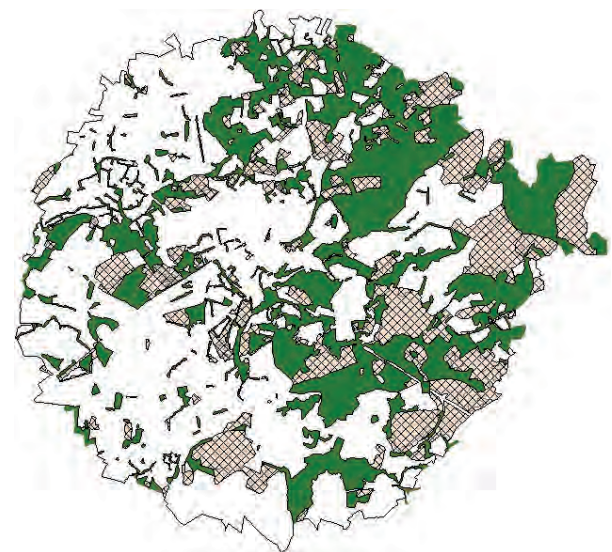


Fig. 3: Répartition des boisements (feuillus en foncé et résineux en quadrillé) par rapport aux autres milieux (blanc).

• **Types d'habitats :**

**Milieux agricoles :** ce sont en majorité (72,07 %) des prairies de pâtures (bovins et ovins) dont la taille est très variable (min. 0,03 ha ; max. 10,89 ha) avec une moyenne de  $1,50 \pm 1,58$  ha ; les prairies de fauches représentent 6,40 %, les landes et friches 4 %, et les vergers de hautes tiges seulement 0,80 % ; 15,6 % de la surface agricole est sur sol hygromorphe.

**Milieux forestiers :** la proportion des feuillus est de 62,75 % sur la zone d'étude, contre 37,25 % pour les plantations de résineux (ce qui est conforme à la moyenne régionale). Toutes les plantations sont traitées en futaie régulière, et les feuillus existants sont en grande partie du taillis de châtaignier exploité régulièrement (tous les 30 ans environ). De tout ceci résulte un déséquilibre important des classes d'âge à l'échelle de la zone d'étude, les classes matures et âgées étant quasi inexistantes (3,2 %), et les classes < 15 ans (48,8 % des résineux) totalisant 28,12 % de la surface boisée (Fig. 4 et 5). Les types forestiers favorisant une bonne richesse des structures verticales et horizontales (taillis sous futaie (TSF) et futaie irrégulière matures) sont donc marginaux (Fig. 6), et la guilda des espèces saproxyliques se limite vraisemblablement à quelques vieux arbres dispersés ou bordant des chemins. 9 % de la surface forestière est sur sol hygromorphe.

**Autres milieux :** les zones d'habitations et de constructions humaines restent très minoritaires en surface (5,2 %), et ne concernent, hormis un complexe assez vaste de scieries avec parcs de stockage de grumes, que des bâtiments isolés ou regroupés en petits villages d'une vingtaine de foyer maximum, entourés de grands jardins boisés et de petites prairies. Les étangs et mares sont de faibles superficies, mais parfois disposés en série sur de petits ruisseaux, accentuant sans doute l'effet thermique négatif dans ces zones.

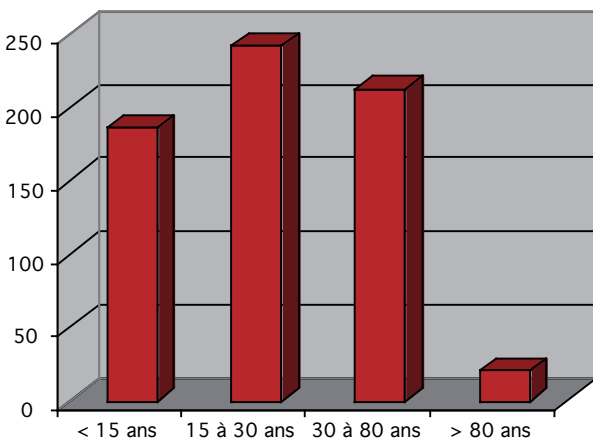


Fig. 4: Répartition des surfaces forestières de la zone d'étude par classe d'âge.

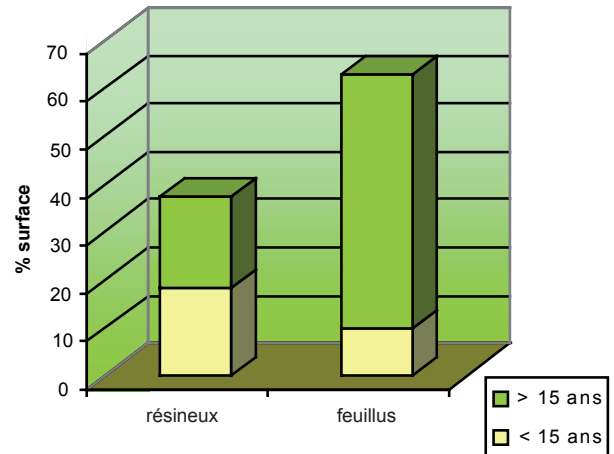


Fig. 5: Proportion des jeunes peuplements (< 15 ans) selon les essences feuillues versus résineuses.

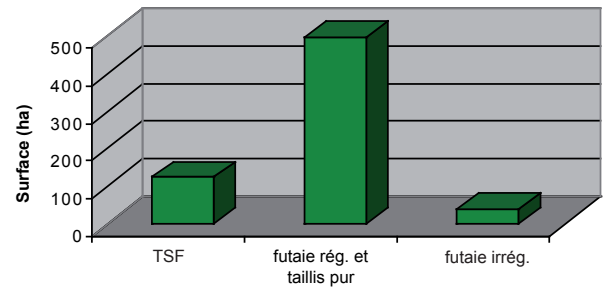


Fig. 6: Répartition des structures forestières au sein de la zone d'étude (TSF = taillis sous futaie).

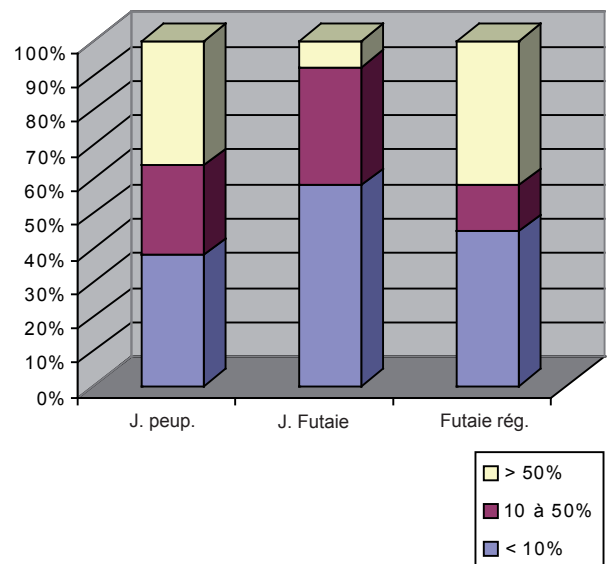


Fig. 7: Comparaison des couvertures des sous-strates arbustives dans différentes classes d'âges de plantations de résineux (la classe futaie mature est celle qui a subi le plus d'éclaircies par la tempête de 1999) ; les structures TSF et futaie irrégulière sont absentes pour les résineux.

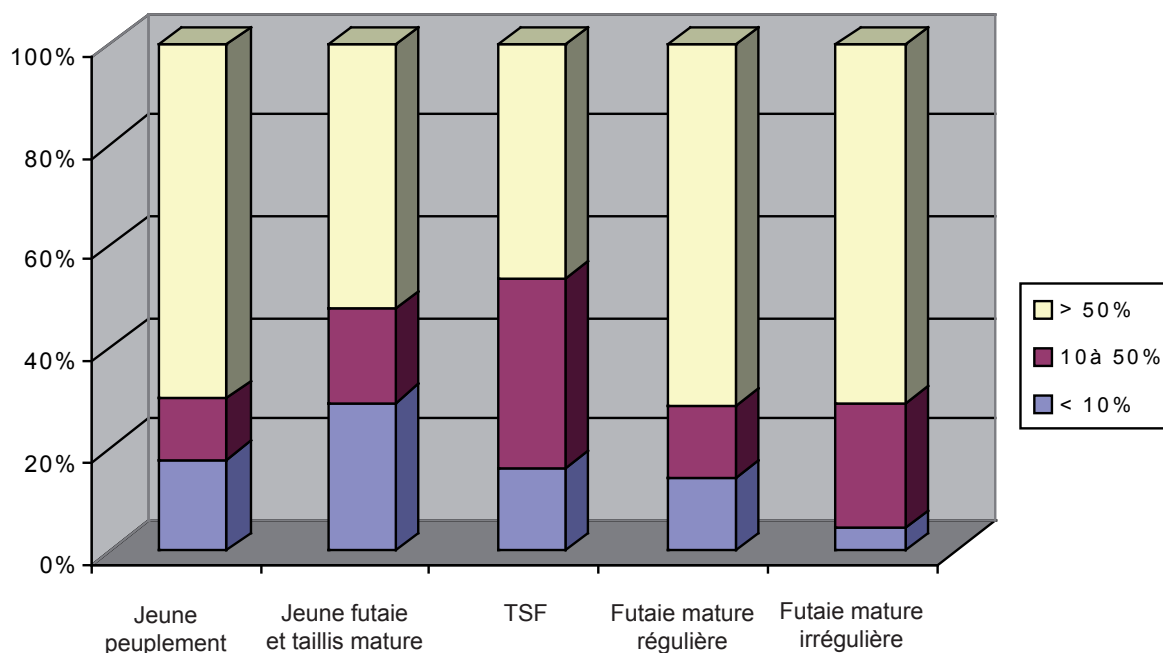


Fig. 8: Comparaison des couvertures des sous-strates arbustives dans différentes classes d'âge et structures de peuplements feuillus (TSF = taillis sous futaie).

On constate cependant (Fig. 7 et 8) que plus de la moitié des peuplements feuillus accueillent une couverture de sous strate arbustive supérieure à 50 %, alors qu'elle est toujours inférieure à 50 % sous les plantations résineuses. Dans les deux cas on remarque une remontée inhabituelle de cette proportion dans les futaies; ceci est dû à la tempête de 1999 qui a principalement touché les futaies et taillis de 30 à 60 ans. Lorsque ces parcelles n'ont pas été détruites entièrement, de nombreux chablis ont permis le développement de ligneux pionniers.

### Territoires et habitats de chasse utilisés

#### • Distances gîtes-terrains de chasse

Les deux gîtes principaux (Nt8 et merisier) et les différentes zones de chasse utilisées par les dix individus suivis donnent une combinaison de 34 distances, dont le bilan est présenté dans la colonne de gauche du Tableau 7 (mesures prises entre position précise du gîte et barycentre de l'aire Kernel 95).

#### • Distances entre terrains de chasse pour un même individu

60 % des individus suivis utilisaient deux voire trois terrains de chasse fortement différenciés, qu'ils pouvaient exploiter alternativement au cours d'une même nuit, en parcourant très rapidement les distances les séparant

Tableau 7: Bilan des distances parcourues par les individus suivis.

	Distances (m) gîtes-terrains de chasse pour les 10 ind. suivis	Distances (m) inter-terrains de chasse pour les 6 ind. ayant plusieurs zones
Min	110,0	910,0
Max	2680,0	1990,0
Moy	<b>1264,5</b>	<b>1452,5</b>
Ecartype	691,2	365,0
Médiane	1145,0	1560,0

Tableau 8: Détail des distances entre zones de chasse intra-individuelles, et nombres de transits effectués (F68 a parcouru ses deux transits la même nuit, et F69 a exploité une zone par nuit).

Individus	période suivi	n. zones chasse	distance inter-terrains	n. max. de transits par nuit
F67	mi-mai	2	1580	2
F68	fin mai	3	910 & 1990	2
F63	début juillet	2	1540	3
M63	début août	2	1610	4
F65	mi-août	2	1380	3
F69-2	mi-août	2	950	0

(transit). La colonne de droite du Tableau 7 indique le bilan des distances entre ces zones de chasse principales (mesures prises entre barycentres des aires Kernel 95); il est à noter que la distance moyenne inter-terrains est supérieure à celle entre gîtes et terrains. Le Tableau 8 donne le détail par individus, avec le nombre maximal de transits simples effectué en une nuit.

#### • Aires de chasse

Les surfaces utilisées par les individus suivis sont synthétisées dans le Tableau 9 et détaillées dans le Tableau 10.

La proportion moyenne de l'aire de chasse principale par rapport au PCM (polygone convexe minimal) de chasse est de  $30,4 \pm 32,1\%$ . La proportion la plus faible est affichée par le jeune mâle (M63); les proportions les plus fortes correspondent généralement aux femelles n'ayant qu'une seule zone de chasse.

Les moyennes de surfaces, regroupées par périodes saisonnières montrent des différences marquées pour les PCM, alors qu'elles sont assez stables pour les zones de chasse principales. La Figure 11 montrent la répartition des aires de chasse principales.

Tableau 9: Bilan des surfaces fréquentées par les 10 individus suivis.

	PCM activité (ha)	PCM chasse (ha)	Kernel 95 (ha)
Min	36,0	2,6	2,35
Max	245,0	185,4	16,07
Somme	1319,9	727,0	79,17
<b>Moy</b>	<b>132,0</b>	<b>72,7</b>	<b>7,92</b>
Ecartype	82,9	71,9	3,82
Médiane	95,6	33,5	7,65

Tableau 10: Surfaces des aires fréquentées : détail de chaque individu suivi et moyennes mensuelles.

Individus	période suivi	n. zones chasse	PCM activité (ha)	PCM chasse (ha)	Kernel 95 (ha)	Proportion Knl/PCM	Moy. PCM chasse (ha)	Moy. Kernel 95 (ha)
<b>F67</b>	mi-mai	2	68,6	33,5	4,22	12,59 %	83,2 ± 88,5	9,6 ± 6
<b>F67-2</b>	fin mai	1	94,4	30,7	8,49	27,64 %		
<b>F68</b>	fin mai	3	185,4	185,4	16,07	8,67 %		
<b>F63</b>	début juillet	2	231,7	90,2	8,80	9,75 %	45,4 ± 40,1	8,8 ± 2,1
<b>F69</b>	début juillet	1	36,0	33,5	6,80	20,32 %		
<b>F64</b>	mi-juillet	1	61,8	12,6	11,02	87,46 %		
<b>M63</b>	début août	2	236,1	175,5	5,86	3,34 %	85,2 ± 90,1	5,9 ± 2,7
<b>F68-2</b>	début août	1	96,8	2,6	2,35	89,02 %		
<b>F65</b>	mi-août	2	245,0	150,0	9,13	6,09 %		
<b>F69-2</b>	mi-août	2	64,1	13,0	6,43	49,42 %		

Le PCM global d'activité des 10 individus est de 486,6 ha; il était de 380 ha au terme du suivi du 4<sup>e</sup> ind., 447 ha au terme du suivi du 6<sup>e</sup> ind., et la surface totale atteinte à 99,3 % au 7<sup>e</sup> ind., avec 483 ha. Il est donc probable que le suivi d'animaux supplémentaires n'augmenterait guère sa surface.

Les différences affichées dans le Tableau 11, de surfaces Kernel entre individus chassant en forêt compacte (F67-2, F65, F63, M63, F68-2, F69-2) et ceux chassant en forêt fragmentée (F64, F67, F68, F69), ne s'avèrent pas significatives ( $p=0,39$ ); il ne semble donc pas que la fragmentation du milieu forestier ait une influence sur la taille des zones de chasse principales, de même que sur les distances gîtes-terrains de chasse ( $p=0,20$ ).

Tableau 11: Différences de surfaces fréquentées par des individus chassant en forêt compacte ou fragmentée.

	PCM (ha) forêt compacte (n = 5)	PCM (ha) forêt fragmentée (n = 4)	Kernel (ha) forêt compacte (n = 5)	Kernel (ha) forêt fragmentée (n = 4)
<b>Moy</b>	<b>89,81</b>	<b>66,24</b>	<b>6,93</b>	<b>9,53</b>
Ecartype	74,25	80,04	2,87	5,18

#### • Recouvrement inter-individuel des terrains de chasse

Le fait que 6 individus sur 10 occupent plusieurs zones de chasse distantes de 910 à 1990 m génère des PCM individuels de grandes surfaces; le taux de recouvrement de ces PCM est donc important. Il nous a donc semblé plus pertinent de juger d'un éventuel recouvrement entre zones de chasse principales. Chaque individu exploitant une aire Kernel de faible surface (moy. 7,83 ha), l'absence de compétition intraspécifique prédit un recouvrement

faible ou nul. Il est en fait nul pour seulement 3 des femelles suivies. Les 7 individus restants forment 2 groupes :

- la F67 (qui a deux zones de chasse distantes de 1580 m) et la F69 montrent un recouvrement partiel (moy. 16,40 % ± 9,04) sur le secteur du Pradeau (près du gîte du merisier, qui constitue la seule zone de chasse de la F69); la F68 (3 zones de chasse distantes respectivement de 910, 1660 et 1990 m) et la F68-2 montrent un recouvrement partiel (moy. 20,14 % ± 21,23) sur le secteur du Montané qui constitue la seule zone de chasse de la F68-2 (Fig. 9); dans ces deux cas les femelles exploitant plusieurs zones éloignées ne montrent un recouvrement que sur l'une de ces zones;
- le cas des deux femelles F63 et F65 et du jeune mâle M63 sont particulièrement intéressants: tous trois exploitent deux secteurs de chasse très différents et éloignés d'environ 1500 m, et leurs aires Kernel se recouvrent plus ou moins sur les deux zones (moy. 21,80 % ± 7,03). La probabilité que ces 3 individus se retrouvent sur des zones aussi éloignées par le simple fait du hasard est très faible (Fig. 10); l'hypothèse d'un lien social ou parental pourrait expliquer ces recouvrements répétés; cependant il a pu être montré, dans le cas de la femelle adulte F63 et du jeune mâle M63 qui ont fait l'objet de biopsies sur la membrane alaire et de séquençage de leurs ADN mitochondrial et nucléaire, qu'ils n'étaient pas directement apparentés.

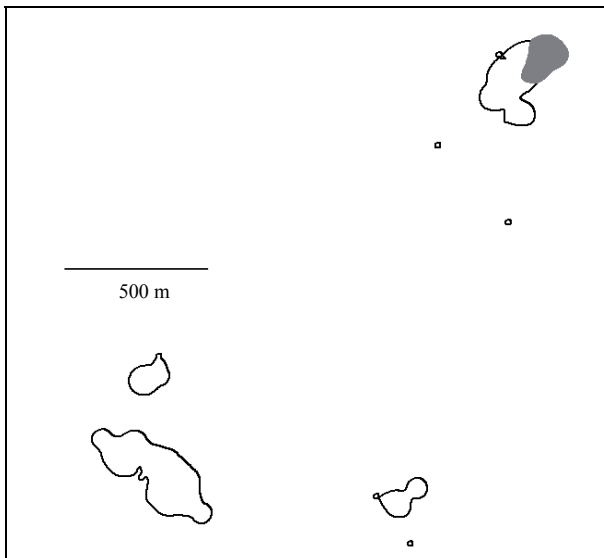


Fig. 9: Contours des aires Kernel 95 des femelles F68 (clair) et F68-2 (sombre), montrant le recouvrement partiel entre une seule des trois zones de chasse de la F68 et l'unique zone de chasse de la F68-2; la distance entre les deux aires Kernel les plus étendues de la F68 est de 1990 m. Le recouvrement est de 5,13 % pour la F68, et de 35,16 % pour la F68-2.

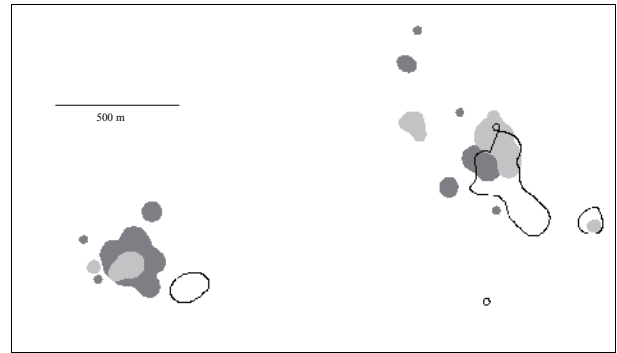


Fig. 10: Contours des aires Kernel 95 des femelles F63 (gris sombre) et F65 (blanc) et du jeune mâle M63 (gris clair), montrant le recouvrement partiel sur les deux zones de chasse éloignées d'environ 1500 m

• Rythme d'activité et comportement nocturne

Durant les séances nocturnes d'allaitement (observées grâce à une fenêtre d'observation aménagée dans la paroi du gîte) les femelles se retrouvent en général de 2 à 5 dans le gîte avec les jeunes, leur temps de séjour individuel allant de 10 à 40 minutes (Tab. 12).

Tableau 12: Informations sur les retours au gîte pendant la période d'allaitement (données de 4 femelles sur 8 nuits au total).

temps séjour gîte en min (n=9)	Moy.	24' 26"
	Etype	24' 27"
Heure (légale) 1 <sup>er</sup> allaitement (n=7)	Moy.	1h 22'
	Etype	0h 50'
Heure (légale) 2 <sup>e</sup> allaitement (n=2)	Moy.	3h 47'
	Etype	0h 03'

Hormis les retours au gîte de mise bas en juillet pour les femelles allaitantes, l'activité de chasse était continue durant la nuit sauf :

- Lors de périodes prolongées de pluie forte (2 cas en août). Généralement une pluie faible, ou forte mais de courte durée, n'occasionne pas d'arrêt de la chasse. Si la pluie forte dure, l'animal se pose contre un tronc et peut attendre ainsi au moins une heure; quelques individus finissent par rejoindre le gîte diurne, le pelage complètement mouillé.
- Tous les individus suivis en mai ont effectué au moins une pause durant une nuit (position fixe de l'animal, localisé en homing-in dans un arbre pendant une durée égale ou supérieure à 10 min). Le Tableau 13 donne le détail des pauses par animal et par nuit, et la proportion du temps consacré à la chasse; on constate



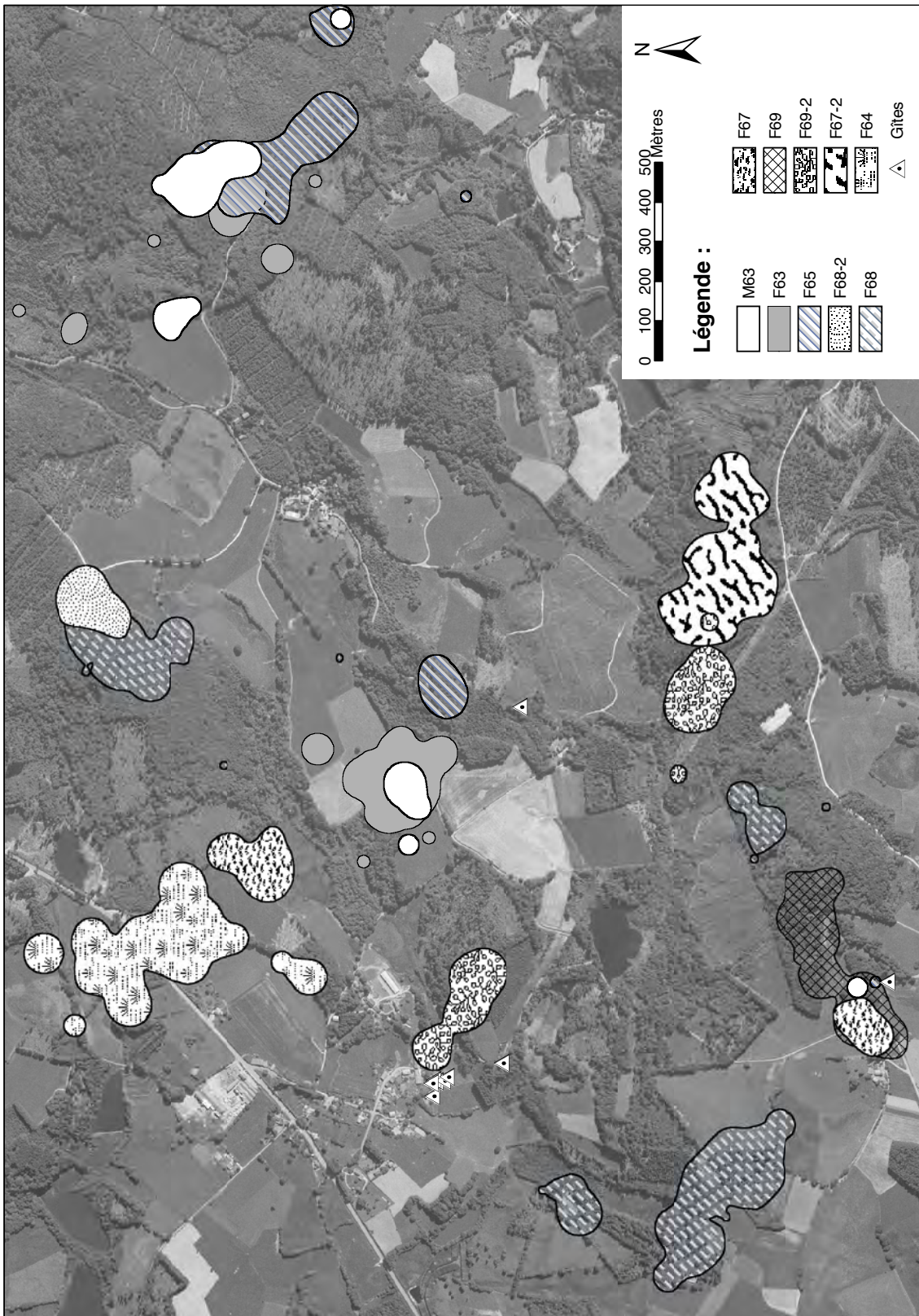


Fig. 11 : Répartition des points de contacts et des aires Kernel 95 sur fond de photo aérienne (BDOrtho, IGN). Légende : triangles : gîtes ; zones Kernel 95 des individus suivis : M63 (blanc uniforme), F63 (gris uniforme), F65 (rayures gris clair), F67 (moutonnements noirs), F67-2 (réseaux noirs gras), F68 (rayures grises), F68-2 (points noirs), F69 (quadrillage blanc) et F69-2 (réseaux noirs fins évités)

Tableau 13: Durées des périodes de repos nocturne hors du gîte diurne par rapport aux temps de chasse en mai.

Individus	date	n. pauses (> 10')	temps cumulé	moy. temps pause (mn)	temps total hors gîte	taux temps de vol
F67	15 mai	8	2h 33'	19,1 ± 7,5	7h 30'	66 %
F67-2	24 mai	1	0h55'	55	6h 15'	85,3 %
F67-2	25 mai	1	0h30'	30	6h'	91,6 %
F68	26 mai	1	0h25'	25	6h 25'	93,5 %
F67-2	27 mai	2	0h20'	20	7h 10'	95,3 %

une augmentation progressive du temps de chasse dans la deuxième quinzaine de mai. Il est probable que ce rythme suive l'augmentation progressive de la température nocturne et corrélativement de l'abondance des proies. Généralement ces pauses avaient lieu en cours de nuit, mais à deux reprises (F67 le 15/05 et F67-2 le 24/05) un long repos a été noté en fin de nuit, avec un brusque départ à l'aube vers le gîte.

Quelques observations ont permis d'apporter des précisions sur la manière dont pourrait s'effectuer le transfert d'informations au sein de la colonie lors d'un changement de gîte :

- Le 15/05 la F67, qui avait gîté la veille isolément du reste de la colonie, a d'abord visité le Nt8 où se trouvait la colonie l'avant-veille, puis a rejoint le merisier (où la colonie s'était transférée entre-temps), pour rejoindre un groupe de congénères pratiquant le vol de facilitation sociale classique («dawn swarming») avant la rentrée au gîte.
- Une observation similaire a été faite le 27 mai à l'aube autour du merisier: plusieurs groupes se sont mis à tourner autour de l'arbre, émettant des cris sociaux audibles et se posant devant l'entrée de la cavité pour s'envoler aussitôt; aucun individu n'est finalement rentré, et les groupes ont disparu progressivement (pour aller rejoindre le Nt8); un groupe de 6 retardataires est arrivé peu après au merisier et a tourné un long moment autour de l'arbre, visitant rapidement la cavité pour ressortir aussitôt, allant à 2 reprises rejoindre le couvert boisé distant de 50 m (il faisait alors bien jour) d'un vol puissant et festonné n'ayant rien de commun avec le vol lent et riche en décrochements de la sortie crépusculaire, pour revenir tourner autour du merisier ... Finalement ces 6 individus sont rentrés dans le merisier à 6h05, et n'ont rejoint le reste de la colonie que le lendemain matin dans le Nt8.

#### • Sélection paysagère :

La répartition des points de chasse des 10 individus sur la zone d'étude (Fig. 11 & 12) montre une dispersion préférentielle vers l'est, c'est-à-dire vers la zone la plus

boisée: la zone contenant tous les points (PCM global) est boisée à 62,5 % contre 38,3 % pour le reste de la zone d'étude. Par ailleurs, les grandes parcelles de plantations de résineux (gris foncé) semblent globalement évitées, contrairement aux boisements feuillus (gris clair). La répartition des points montre que 84,03 % se situent en forêt (75,86 % en feuillus et 8,17 % en résineux), et 8,55 % en prairies de pâture, les autres milieux se partageant les 7,40 % restants.

Pour le premier niveau d'analyse de sélection de l'habitat, qui a porté sur les types paysagers, des sous-types ont été traités de manière séparée afin de tester les apparentes fortes disparités d'utilisation annoncées par la répartition des points et les surfaces moyennes d'utilisation par individu (Tab. 14). C'est ainsi que feuillus et résineux ont été dissociés dans l'habitat forestier, de même que les pâtures ont été séparées des autres milieux agricoles.

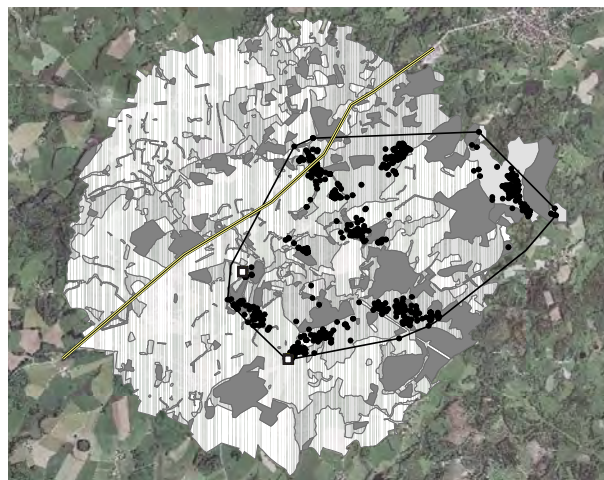


Fig. 12: Répartition des points de chasse des 10 individus suivis :

Les plantations de résineux (gris foncé) semblent globalement évitées, contrairement aux boisements feuillus (gris clair). Le PCM global est tracé en noir. Le triple trait nord-est/sud-ouest représente la seule voie à forte circulation, qui peut constituer une barrière (franchie par un seul individu sur les 10 suivis).

Les deux carrés indiquent la position des gîtes de la colonie.

Le principe de l'analyse est de comparer disponibilité et utilisation de chaque habitat. Sont considérées comme disponibles l'ensemble des surfaces parcourues par les 10 individus suivis, c'est-à-dire formant le PCM global de la colonie. Quant aux surfaces utilisées, elles sont définies par les zones de chasse principales de chaque individu (Kernel 95).

Dans un premier temps, l'analyse compositionnelle compare la différence d'utilisation de deux habitats et la différence de disponibilité de ces mêmes habitats. Ces écarts sont calculés puis testés pour chaque couple d'habitats. On obtient ainsi une hiérarchisation des habitats du plus au moins sélectionnés, sans pour autant pouvoir situer le seuil de sélection positive *versus* négative.

Le Tableau 15 présente les résultats hiérarchisés de ces comparaisons deux à deux. Il en ressort une sélection positive et significative des feuillus par rapport à tous les autres habitats. Le milieu arrivant en seconde position de sélection est la pâture, mais il n'y a pas de différence significative avec les résineux. Ces derniers ne présentent de sélection positive significative que par rapport aux

milieux d'habitats. Selon ces résultats, le seul type pour lequel une sélection positive est certaine est celui des boisements feuillus.

#### • Sélection de l'habitat :

Les Tableaux 16 et 17 présentent les sous-types d'habitats hiérarchisés selon leur niveau d'utilisation par les dix individus suivis. Certains sous-types ont été regroupés afin de simplifier la présentation, leur utilisation extrêmement faible voire nulle rendant inutile leur segmentation (cas des étangs en forêt *versus* prairie, ou des milieux agricoles autres que prairies de fauches/pâtures par exemple).

Trois habitats seulement font l'objet d'une sélection positive par rapport à une majorité des autres habitats disponibles (Tableau 17); tous trois sont des milieux forestiers, composés d'essences feuillues (chêne pédonculé dominant pour la strate arborée supérieure, châtaignier dominant pour la strate arborée intermédiaire). Tous présentent également des arbres proches de la

Tableau 14: Informations concernant les surfaces des différents milieux utilisés (moy. pour un ind.) au sein des aires Kernel 95, par rapport aux surfaces de ces mêmes milieux disponibles au sein du PCM global de la colonie

Types paysagers	Surface disponible (PCM global) en ha	Moyenne de surface utilisée (Kernel 95) en ha	% d'habitat disponible utilisé
Feuillus	191,72	4,77	2,49
Résineux	106,64	0,99	0,92
Pâtures	135,25	1,52	1,12
Autres milieux agricoles	24,58	0,46	1,89
Etendues d'eau	6,00	0,04	0,59
Villages	12,95	0,02	0,15

Tableau 15: Résultats de l'analyse compositionnelle et du test t pour les types paysagers; légende: signe «+»: le milieu en ligne est proportionnellement plus utilisé que le milieu en colonne

+++ = hautement significatif (p< 0,001)

++ = très significatif (p< 0,01)

+ = significatif (p< 0,05)

ns = pas de relation significative

par rapport à:	/ Villages	/ Autres milieux agricoles	/ Etendues d'eau	/ Résineux	/ Pâtures	/ Feuillus
Préférence de:						
Feuillus	+++	+	+++	+	+	0
Pâtures	+++	+	++	ns	0	
Résineux	+	ns	ns	0		
Etendues d'eau	+	ns	0			
Autres milieux agricoles	ns	0				
Bâti	0					



maturité en rapport avec le traitement pratiqué, la nature du substrat et du climat de la zone géographique : 50 à 80 ans pour les arbres de futaie, environ 30 ans pour les cépées de châtaignier.

Les futaies feuillues de plus de 80 ans se retrouvent étonnamment dans une position à la limite de la sélection négative ; il est fort possible que ce soit dû au fait que ces peuplements, par ailleurs très étriqués en surface et très éclatés en dispersion sur la zone, se retrouvent très souvent en fond de vallon (zones d'exploitation économique difficile) ; or les zones hygromorphes ne sont pas fréquentées par les vespertillons de Bechstein (voir ci-dessous).

L'interprétation de la sélection négative des taillis anciens (> 40 ans) est peu évidente en apparence ; mais la plupart des parcelles concernées n'ont été que très peu touchées par la tempête et sont donc restées denses, sans présence de trouées, ce qui explique peut-être leur délaissement (voir § sélection des structures forestières, ci-dessous).

Les habitats peu ou pas sélectionnés sont soit des peuplements trop jeunes et donc denses et sans diversité structurelle, soit des futaies de résineux, soit des milieux agricoles ou bâtis.

Les zones hygromorphes (hors étendues d'eau) représentent 8,1 % de la surface forestière au sein du PCM global ; elles semblent évitées par les vespertillons de Bechstein (94,6 % des points de contact en forêt sèche contre 5,4 % en forêt humide) ; on note cependant une différence entre les individus suivis au mois de mai (pas de différence significative de fréquentation entre forêts sèche et humide ;  $p=0,807$ ) et ceux suivis en été (sélection négative très nette des forêts humides ;  $p=0,016$ ).

Dans deux cas (F67 et F69), la parcelle forestière fréquentée était coupée par une bande de prairie que les individus concernés traversaient fréquemment au cours de leur nuit de chasse. A titre d'exemple, la F69 a traversé une prairie de 70 m de large, respectivement 14 et 5 fois les nuits des 9 et 10 juillet, et la F67 a franchi 17 fois une prairie de 80 m de large dans la nuit du 15 mai. Ces traversées se faisaient rapidement, probablement sans action de chasse caractérisée.

La femelle F64 a passé l'essentiel de son temps de chasse dans ce qu'il reste d'une chênaie-hêtraie irrégulière de plus de 120 ans ; une grande partie de cette parcelle a été détruite à 100 % par la tempête, mais sur l'extrémité sud-ouest il restait 20 tiges de futaie plus ou moins dispersées sur 0,5 ha, que cet individu exploitait assidûment ; le sol était garni d'une strate buissonnante et arbustive très dense.

### Sélection des structures forestières

Grâce aux positions exactes fournies par les points de

contacts précis avec les animaux suivis (homing-in), il a été possible d'établir un relevé de variables descriptives de la structure forestière (voir méthode et matériel, Tableau 3) sur 81 points de chasse provenant des 10 individus. Afin qu'aucun animal n'influence les résultats par sa représentativité plus forte en nombre de contacts, seulement 7 points ont été retenus aléatoirement pour les 8 individus les mieux représentés. Les résultats présentés portent donc sur 56 points de présence, comparés à 56 points de référence.

Les Figures 13 à 18 montrent les écarts significatifs ( $p < 0,05$ ) de valeurs entre structures exploitées et structures relevées sur les points de référence. On remarque, pour la strate herbacée, que ce sont la couverture et la hauteur maximales qui sont recherchées, alors que pour la strate arbustive ce sont des valeurs intermédiaires de couverture (25 à 75 %) qui sont préférées. La proximité immédiate

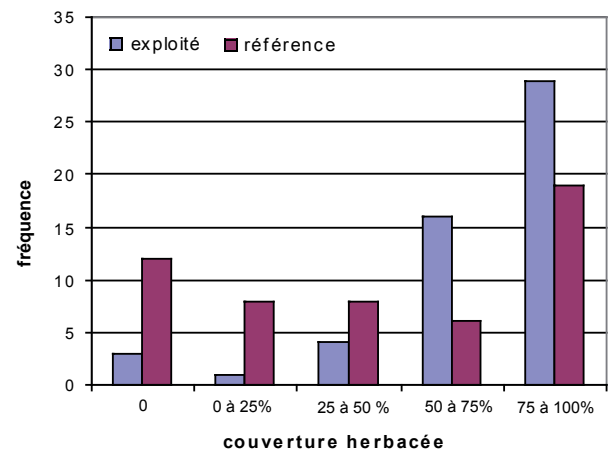


Fig. 13 : Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «couverture herbacée».

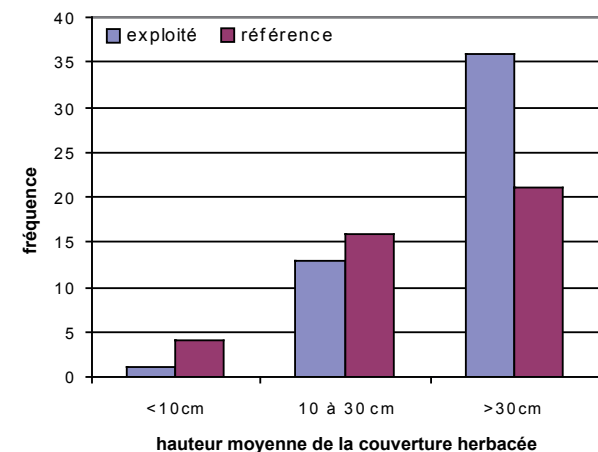


Fig. 14 : Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «hauteur de la couverture herbacée».

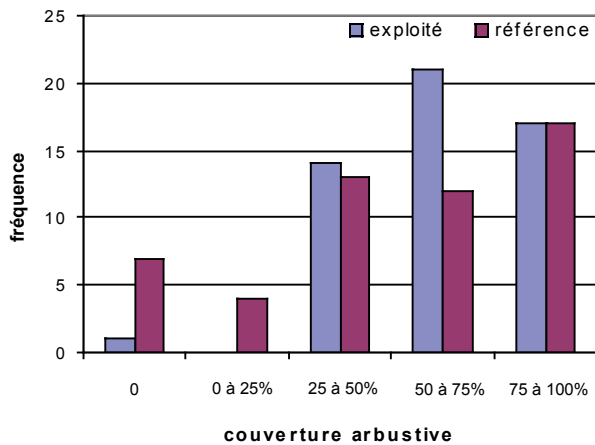


Fig. 15: Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «couverture arbustive».

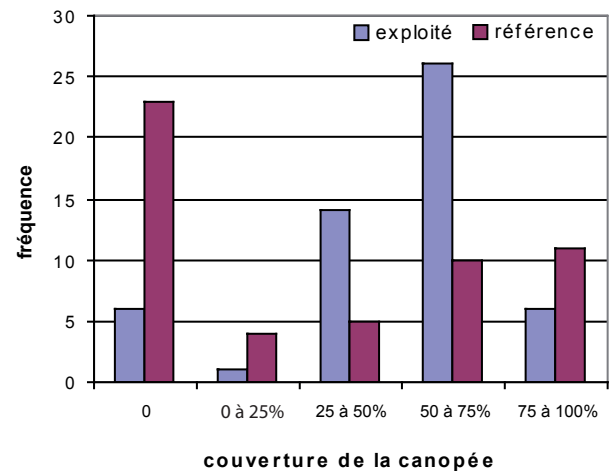


Fig. 16: Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «couverture de la canopée».

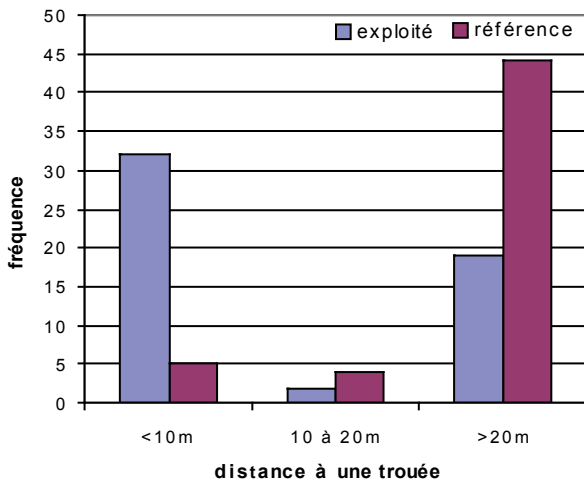


Fig. 17: Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «distance à une trouée».

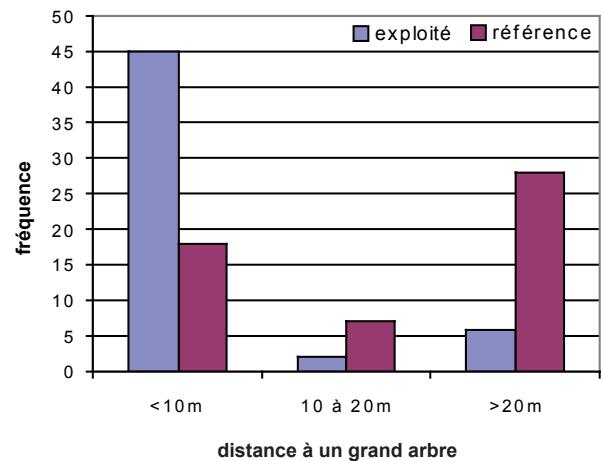


Fig. 18: Valeurs comparées entre points de homing-in et points de référence pour la variable «distance à un grand arbre».

(moins de 10 m) d'une trouée (espace à ciel ouvert d'une surface inférieure à 500 m<sup>2</sup>) ou d'un grand arbre dominant à la fois la canopée et l'âge du peuplement, expliquent également une répartition non aléatoire des vespertillons de Bechstein lorsqu'ils chassent en forêt.

### Régime alimentaire

La Figure 19 montre que les coléoptères jouent un rôle important avec un tiers du volume des taxons consommés. Une espèce brun fauve domine largement le régime alimentaire de fin avril à mi-mai (Figure 20), et semble se retrouver tout au long de la période échantillonnée. Sa détermination doit être considérée avec toutes les précautions d'usage (difficulté de reconstituer

avec certitude la formule tarsaire, le nombre exact de segments antennaires), toutefois nous penchons pour une espèce de la famille des Oedemeridae, petits coléoptères dont les adultes se nourrissent de pollen sur les fleurs et dont les larves se développent dans le bois pourrissant. Les oedemeres sont notés effectivement sur le site à la période concernée sur les fleurs diverses en lisières et dans les trouées forestières sur les fleurs de ronces. Trois fèces prélevées du 28 au 30.7.04 contenaient des restes de Chrysomeloidea, superfamille dont font partie les Chrysomelidae et les Cerambycidae notamment. Il n'a pas été possible d'affiner la détermination. D'autre part, quelques restes d'antennes de Curculionidae ont été retrouvés dans l'échantillon du 16.8.05.

Le deuxième groupe consommé en terme d'importance est celui des dermaptères ou perce-oreilles (17,6% du

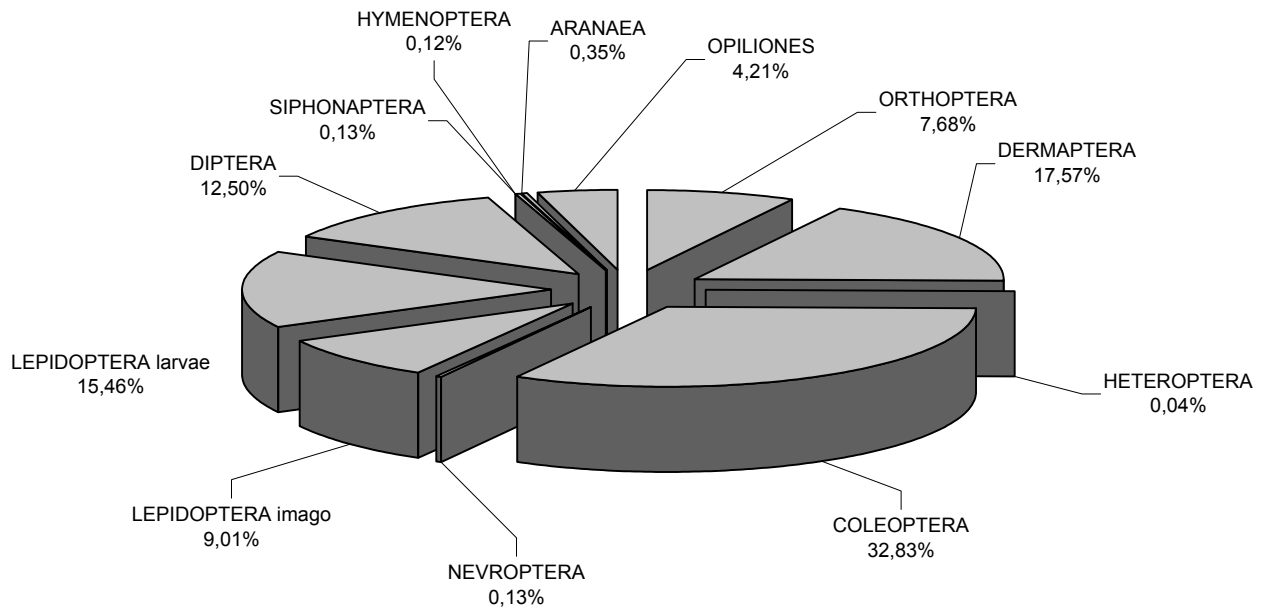


Fig. 19: Proportion des différents ordres d'invertébrés consommés par *M. bechsteinii* sur le site d'étude (% volume)

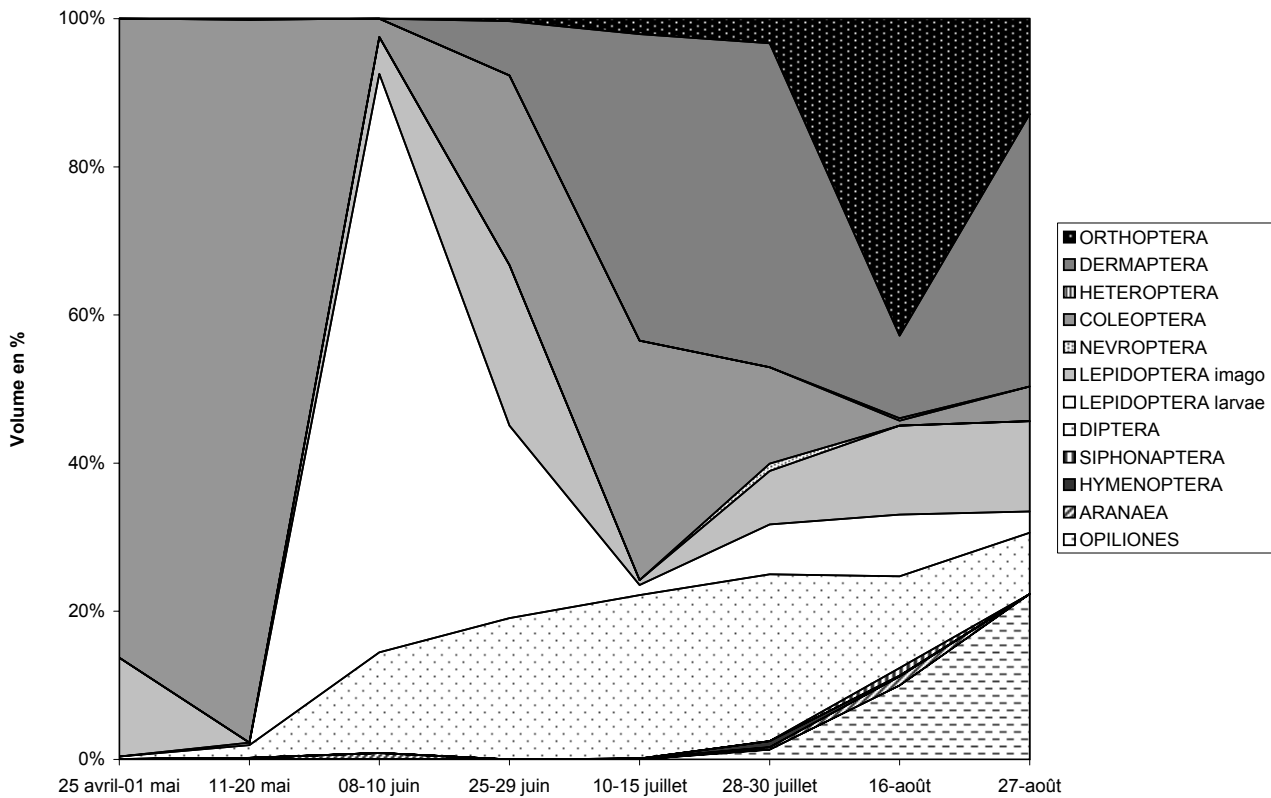


Fig. 20: Phénologie saisonnière des différents ordres d'invertébrés consommés par *M. bechsteinii* sur le site d'étude (% volume)

volume, 36,7% de fréquence). Les restes appartiennent avec une probabilité élevée à *Forficula auricularia*, espèce euryèce nocturne, répandue et abondante, formant dans les habitats favorables des groupes comptant plusieurs dizaines d'individus. Cette espèce vole peu, et il est fort vraisemblable que la majorité des proies soit capturée au sol ou sur la végétation (les fragments d'ailes retrouvés fréquemment sont toujours repliés sur eux-mêmes, attestant que la proie a été capturée au repos).

Les chenilles de lépidoptères sont consommées aussi bien que les adultes. A eux deux, cet ordre représente un quart des captures en terme de volume. Il n'a pas été possible d'estimer la taille des chenilles consommées, de couleur blanchâtre pour la plupart. La taille des fragments de pattes et d'antennes suggère que des petites espèces sont consommées, dont la longueur du corps ne doit pas dépasser 10 mm (comparaison avec des individus de collection).

Les diptères, avec plus de 12% du volume des proies consommées et 65,8% de fréquence, sont dominés par les brachycères (plus de 10%) de petite taille appartenant aux Muscidae ou familles apparentées (mouches noires, parfois avec des reflets verts métalliques). Seul un membre des Chloropidae a pu être déterminé avec certitude (10.6.04), une famille de très petites mouches dont les espèces colonisent des habitats variés, mais le plus souvent ouverts et herbacés. Un Syrphidae (espèces diurnes s'abritant dans le feuillage la nuit) a également été capturé le 16.8.04. Les restes de nématocères (2,3% du volume, 30% de fréquence) appartiennent également à de très petites espèces. Quelques restes ont pu être attribués aux Tipulidae, Anisopodidae et Mycetophilidae, dont beaucoup d'espèces volent en essaims proche du sol ou de la végétation.

Les orthoptères, avec 7,7%, sont représentés uniquement par la famille des Gryllidae. Il est probable que la majorité des restes appartienne à *Nemobius sylvestris*, une espèce très commune du sous-bois, actif de jour comme de nuit sur les feuilles mortes, le bois, etc.

Au sein des arachnides, les opilions dominent largement (4,21% du volume, 20% de fréquence), alors que les araignées sont très rarement capturées (0,3% et 10% respectivement). Les opilions ont une activité principalement nocturne. Les restes appartiennent vraisemblablement à *Leiobunum rotundum* (Phalangiidae), une espèce très abondante dans tous les milieux, spécialement en milieu forestier relativement humide, ou à une espèce proche. Les fragments d'araignées n'ont pas pu être déterminés à la famille.

De manière plus anecdotique, nous avons repéré à une reprise des fragments de raphidie, neuroptère sylvoles amateurs de pucerons. De très petits hyménoptères ont été capturés à quelques reprises (Ichneumonidae; une aile entière de chalcidien mesurant 4 mm de longueur). Nous

ne sommes par contre pas parvenus à identifier les restes d'hétéroptère trouvés à une reprise le 16.8.04. Enfin, des siphonaptères (puces) ont été retrouvés en août, associés à des poils (consommés lors du nettoyage de la fourrure, ou éventuellement arrachés du fait des démangeaisons qu'ils génèrent); à cette période, de nombreux individus de *Ceratophyllus fringillae* sont présents dans le guano prélevé, trahissant une importante infestation de la colonie par cet ectoparasite hématophage.

Une seule espèce de coléoptère domine largement le régime alimentaire de fin avril à mi-mai, avec plus de 97,6% du volume (Fig. 20). L'espèce proie (Oedemeridae?) doit particulièrement abonder à cette période, mais il est également possible que des particularités comportementales (vols nocturnes, etc.) la rendent plus détectable à cette saison.

En juin, les chenilles de lépidoptères sont fortement consommées (78% du volume), puis diminuent rapidement par la suite. Certaines espèces peuvent apparaître en grand nombre au printemps, par exemple les larves de tordeuses ou de pyrales. Dérangées, elles se laissent choir au sol et sont alors susceptibles d'être capturées par *M. bechsteinii*.

Par la suite, le régime alimentaire devient beaucoup plus diversifié, aucun groupe n'étant dominant. Pour une période donnée, les différences entre crottes, traduisant les différences individuelles, sont considérables. Il n'est pas rare d'observer jusqu'à 7 ou 8 taxons différents dans une seule crotte (par ex. l'assemblage *Nemobius sylvestris*, *Forficula auricularia*, Curculionidae, lépidoptère adulte, Mycetophilidae, brachycère cyclorrhaphe, araignée, opilion). Cette diversité élevée à l'échelle de l'individu est sans doute le fruit de la stratégie de chasse adoptée, consistant à exploiter de manière opportuniste tous les organismes disponibles sur une petite portion de territoire, à proximité du feuillage ou du sol.

## DISCUSSION

### Suivi de la colonie

#### • Gîtes

La durée d'occupation d'un même gîte par la colonie de Sauviat est supérieure à celle citée par KERTH & KÖNIG (1996): sur ce site en Allemagne les individus changent de gîte en moyenne chaque jour, et 20 gîtes sont occupés par une colonie sur une période de trois mois. Le faible nombre (max. 8) de gîtes fréquentés entre avril et octobre par la colonie de Sauviat ne semble pas dû à une carence en gîtes favorables: le site de mise bas est équipé de 13 nichoirs dont seulement 2 sont occupés, et les loges de pics sont nombreuses aux alentours. La structure de la colonie de Sauviat semble également plus stable (même



nombre d'individus 72 % du temps) que dans les colonies étudiées en Allemagne (KERTH & KÖNIG, 1999) où les phénomènes de fission et de fusion de sous-groupes sont fréquents au sein d'une colonie. Il est possible que la colonie de Sauviat, contrairement à celles étudiées en Allemagne, forme une population relativement isolée (à cause d'un habitat peu favorable ?) et numériquement peu apte à supporter un fractionnement de ses effectifs qui nuirait au maintien d'une température correcte au sein du gîte.

KERTH *et al.* (2001a) ont montré l'influence de la température des gîtes en lien avec l'occupation par *M. bechsteinii*; les gîtes les plus chauds étaient préférés seulement à partir des naissances et jusqu'à la période de sevrage. Les températures relevées au sein de l'arbregîte en 2001 pourraient indiquer une sélection du gîte le mieux isolé, capable de conserver plus longtemps la chaleur de l'essaim; en effet les boîtes en béton de bois disposées sur le site de mise bas n'ont jamais été occupées, qu'elles soient au soleil ou à l'ombre; les nichoirs-troncs occupés depuis 2002 présentent les mêmes caractéristiques (bois naturel, parois épaisses) que les arbres sur pied, hormis l'exposition au soleil supérieure. Les capacités d'isolation des parois épaisses en bois, associées à un bon ensoleillement l'après-midi, semblent donc être les paramètres déterminants. Dans ce type de gîte, la régularité et la durée d'occupation par la colonie s'avèrent sûrement des stratégies améliorant le niveau de température et sa stabilité. ENTWISTLE (1995) a montré que chez *Plecotus auritus* la température des gîtes de mise bas était positivement corrélée avec leur fréquence d'occupation par les chauves-souris et avec la longueur moyenne des avant-bras des oreillardes (sans doute corrélée à la biomasse des individus).

#### • Démographie

Les paramètres démographiques de la colonie de Sauviat semblent exceptionnels et pourraient correspondre à une phase d'expansion. Le taux d'accroissement augmente depuis 2001; entre 2002 et 2004 il représente 25 puis 30 % de la production de juvéniles à l'envol de l'année précédente. Selon KERTH *et al.* (2001b; 2002) la philopatrie des femelles est proche de 100 % (seulement une dispersion avec succès tous les 5 ans en moyenne), alors que la dispersion des mâles est forte; la croissance des effectifs d'une colonie est ainsi majoritairement voire exclusivement due aux jeunes femelles naissant dans cette colonie (chaque colonie compte seulement une à deux lignées maternelles). GESSNER & WEISHAAR (2003) citent une sex-ratio de 1:1 au sein des portées; en 2004 il était de 0,68:1 dans la colonie de Sauviat, déséquilibre en faveur des femelles qui pourrait être lui aussi révélateur d'une phase expansive de la population (DAJOZ, 2000). Le taux de naissance dans la colonie de Sauviat est

remarquable: 75,8 % sur les 6 dernières années, contre une moyenne de 60 % en Allemagne pour les colonies étudiées par KERTH (1998). L'accroissement de la colonie entre une année *n* et l'année *n+1* ne représente ainsi que 40 à 50 % des jeunes femelles nées l'année *n*, si l'on excepte une mortalité des adultes. La mortalité annuelle des adultes est logiquement faible pour des espèces à stratégie de type K; la mortalité juvénile est par contre jugée non négligeable par plusieurs auteurs, notamment au cours du premier hiver. Selon RANSOME & MC OWAT (1994) un retard dans la date des naissances entraîne chez *Rhinolophus ferrumequinum* une réduction de la croissance et du taux de survie hivernal des juvéniles. Chez *Eptesicus fuscus* (USA) par contre, le taux de survie moyen des juvéniles au terme du premier hiver ne semble pas influencé par une mise bas tardive; il est de 21 à 50 %, contre 82 à 85 % chez les adultes (BARCLAY, 1995); selon cet auteur, les conditions hivernales expliquent mieux le taux de survie post-hibernation et le succès de reproduction du printemps suivant que les conditions estivales durant la mise bas.

#### Habitats disponibles sur la zone d'étude

Les études réalisées jusque-là sur les habitats de chasse de *M. bechsteinii* concernent des massifs forestiers relativement étendus et homogènes, constitués de peuplements en majorité feuillus et matures à anciens (KERTH *et al.*, 2001a; SCHOFIELD & MORRIS, 2000; FITZSIMONS *et al.*, 2002). LÜTTMAN *et al.* (2003) citent un ensemble d'îlots forestiers séparés par des zones de cultures et pâtures, mais la surface moyenne des parcelles boisées (hêtraie-chênaie) est quand même de 173 ha. Sur notre terrain d'étude la surface des massifs non fragmentés ne dépasse pas 70 ha, et la taille moyenne des parcelles homogènes au regard de notre typologie d'habitats n'est que de 0,8 ha. De plus 65 % des peuplements ont moins de 30 ans, et seulement 3,5 % ont plus de 80 ans. La répartition en mosaïque et la nature hétérogène et immature des milieux boisés sont donc exceptionnelles par rapport aux autres sites d'étude.

#### Territoires et habitats de chasse utilisés

##### • Distances gîtes-terrains de chasse

Les distances parcourues par les individus suivis dans cette étude pour rejoindre leurs terrains de chasse (moy. 1264 m, min. 110, max. 2680 m) sont supérieures à toutes celles notées en Europe: jusqu'à 1000 m pour KERTH *et al.* (2001b) et SCHOFIELD *et al.* (1997), entre 200 m et 2000 m pour WOLZ (1992), entre 310 et 930 m (moy. 620 ± 250 m) pour SCHOFIELD & MORRIS (2000). LÜTTMAN *et al.* (2003) notent une moyenne de 1165 ± 649 m et avec une distance augmentant avec le degré d'ouverture

du milieu de chasse : de 100 à 300 m pour les individus chassant en forêt, jusqu'à 1000 à 1900 m pour ceux chassant à plus de 40 % en milieu ouvert. Cette tendance ne se vérifie pas dans la présente étude : les distances les plus élevées semblent au contraire être parcourues par les individus chassant en majorité en milieu forestier non fragmenté, mais les différences avec les individus chassant en forêt fragmentée ne sont pas significatives ; cette apparente contradiction est certainement en lien avec le fait que les boisements en massifs homogènes sont à plus de 1000 m du gîte, alors que les alentours de ce dernier sont en majorité des prairies de pâtures avec des lambeaux de boisements.

• **Distances entre terrains de chasse pour un même individu**

Aucune étude antérieure ne mentionne l'existence de zones de chasse principales nettement séparées et éloignées les unes des autres. Sur notre site d'étude, le fait que 60 % des individus aient deux voire trois zones éloignées de 910 à 1990 m rend cette particularité non anecdotique. Ce fait est sans doute à mettre en relation avec les distances gîtes-terrains de chasse et les surfaces de chasse (cf. § Aires de chasse ci-dessous) supérieures à celles constatées dans des massifs forestiers homogènes et matures, habitats cités dans les autres travaux. Toutes ces constatations convergent vers l'hypothèse d'un habitat sub-optimal sur notre zone d'étude. Quel processus pourrait expliquer alors l'existence de ces zones de chasse éloignées pour un même individu ? Il est possible que le niveau plutôt faible de richesse trophique, associé à une forte instabilité dans le temps des peuplements forestiers (37 % de la surface convertie en résineux, dont la moitié ces 15 dernières années, plus l'exploitation fréquente des taillis pour le bois de chauffage), provoquent une compétition inter-individuelle sur les terrains de chasse plus forte que dans un milieu optimal ; si l'hypothèse de KERTH *et al.* (2001b) concernant la transmission des terrains de chasse entre adultes et jeunes est correcte, il se pourrait, lors de périodes de faible richesse trophique des habitats, que les juvéniles soient conduits à suivre plus d'un individu adulte (mère et autre adulte affilié socialement par exemple), étant ainsi amenés à fréquenter par la suite des zones différentes, et à les transmettre potentiellement à leur descendance.

• **Aires de chasse**

Le nombre de pointages retenus pour le calcul des aires Kernel varie selon les individus de 34 à 132 ; 2 individus (M63 et F69-2) ont des valeurs inférieures ou égales à 50, ce qui peut paraître faible. Dans une étude visant à déterminer la valeur minimale de pointages nécessaire à une évaluation fiable de l'aire Kernel 95 pour une espèce sédentaire à territoire limité, JAGER & PECHACEK (2002)

ont montré pour le pic tridactyle (*Picoides tridactylus*) que 30 pointages étaient suffisants.

Les surfaces utilisées sur notre site d'étude s'avèrent nettement supérieures à celles citées dans les autres travaux : les moyennes vont de  $21 \pm 7,4$  ha (KERTH *et al.*, 2001) à  $47,3 \pm 18,3$  ha (WAGNER *et al.*, 1997) pour les PCM de chasse. La comparaison avec les aires de chasse principales citées dans la littérature est plus délicate, les méthodes appliquées (moyenne harmonique) et les indices étant souvent différents et les facteurs de lissage non cités ; ALBRECHT *et al.* (2002) citent des moyennes harmoniques 90 de 56,9 et 25,4 ha pour 2 mâles, et de 23,1 et 16,5 ha pour 2 femelles, alors que leurs PCM de chasse sont respectivement de 68,2 et 29,8 ha, et de 19,9 et 21,4 ha, ce qui donne une proportion moyenne de l'aire de chasse principale par rapport au PCM de chasse de 90,4 %, c'est-à-dire trois fois supérieure à celle rencontrée sur notre site d'étude : il est probable que l'équivalent du facteur de lissage utilisé par ces auteurs soit supérieur au nôtre.

SCHOFIELD & MORRIS (2000) avaient déjà noté des surfaces de PCM inférieures pendant la période d'allaitement, alors que les surfaces de zones de chasse principales ne présentaient aucune variation saisonnière significative. Il semble qu'en période d'allaitement (juillet) les femelles réduisent leurs déplacements au sein de leur aire d'activité : concentrer la chasse sur les secteurs les plus favorables s'avère sans doute favorable à une optimisation de la balance énergétique.

• **Recouvrement inter-individuel des terrains de chasse**

KERTH *et al.* (2001b) ont émis l'hypothèse d'une transmission mère-fille des terrains de chasse chez *M. bechsteinii*, en observant une corrélation positive entre le taux de recouvrement inter-individuel des territoires et le degré de parenté. Il n'a malheureusement pas été possible d'effectuer des biopsies sur l'ensemble de la colonie pour une étude génétique. Dans le cas du groupe [F63, F65, M63] dont les zones de chasse principale se recouvrent partiellement sur les deux secteurs séparés de 1500 m, nous avons pu infirmer l'hypothèse d'une relation mère-fils entre F63 et M63, mais la relation avec F65 restant inconnue, plusieurs scénarios sont possibles (relation mère-fils entre F65 et M63 et mère-fille entre F65 et F63, ou simples liens sociaux sans parenté proche ...).

• **Rythme d'activité et comportement nocturne**

Selon KERTH & RECKARD (2003), il s'écoule en moyenne trois mois entre la découverte d'un gîte favorable par un individu de *M. bechsteinii* et son utilisation diurne par la colonie ; il y aurait recrutement des femelles « ignorantes »

par les femelles « informées » vers les gîtes favorables, le transfert d'informations s'effectuant sans doute lors des vols devant le gîte en cours d'occupation. Cette hypothèse s'accorde bien avec nos observations à l'aube de vols collectifs, avec comportements d'incitations visant soit à rentrer dans le gîte occupé la veille (autour duquel ces vols « sociaux » ont lieu), soit à rejoindre un autre gîte; comme illustration de ce dernier cas nous avons observé à l'aube un prolongement de l'activité de vol autour du gîte occupé la veille, avec attente de l'arrivée de « retardataires » pour un départ quasi synchronisé vers un autre gîte distant de plus d'un kilomètre, où la colonie est observée quelques minutes plus tard. L'émission de cris sociaux lors des vols collectifs autour du gîte tend à montrer que le transfert d'informations pourrait faire intervenir aussi bien la communication sonore que le comportement gestuel en vol ou à l'entrée du gîte (en début de regroupement il semble qu'il y ait une phase d'incertitude durant laquelle des individus se posent à l'entrée du gîte pour s'envoler aussitôt; lorsque plusieurs individus ont enfin pénétré à l'intérieur les suivants rentrent sans hésitation). Ainsi il semble bien que la décision de changer de gîte au sein d'une colonie s'opère à l'aube; la transmission d'une information aussi complexe au sein du gîte avant la sortie crépusculaire impliquerait un mode de communication acoustique et/ou gestuel élaboré d'autant qu'il nécessiterait une projection dans le temps de l'action décrite, et la symbolisation du gîte sélectionné (prouesses dont les abeilles *Apis mellifera* se révèlent capables pourtant [VON FRISCH, 1969]). L'hypothèse d'une incitation à réintégrer ou non un gîte occupé la veille, par une codification de cris sociaux et figures de vol effectués à l'aube par un groupe d'individus, est certainement celle qui explique le mieux les nombreuses observations de ce type concernant plusieurs espèces de chiroptères; cette caractéristique peut être ainsi exploitée lors de la recherche de gîtes diurnes au moyen de détecteurs d'ultrasons (LIMPENS, 1993).

#### • Sélection paysagère

La plupart des auteurs ont étudié l'espèce dans un contexte paysager de forêts feuillues en massifs de plusieurs centaines d'hectares (ALBRECHT *et al.*, 2002; KERTH *et al.*, 2001a; MESCHÉDE *et al.*, 2000; SCHLAPP, 1990; SCHOFIELD & MORRIS, 2000); dans tous ces cas les individus suivis fréquentaient très majoritairement ou exclusivement la forêt. KERTH *et al.* (2002) ont cependant mis en évidence une différence entre les individus d'une colonie installée en massif forestier compact (chasse presque exclusive en forêt), et ceux d'une autre colonie installée en forêt fragmentée (un tiers des points fréquentés par les 5 individus suivis se trouvait à l'extérieur des boisements). LÜTTMAN *et al.* (2003) ont eux aussi noté une différence entre les prairies (non évitées

par les animaux) et les champs cultivés (non fréquentés). Selon ALBRECHT *et al.* (2002), et contrairement à la plupart des autres auteurs, les peuplements de résineux peuvent constituer un habitat sélectionné positivement, pour peu qu'ils soient richement structurés (présence de trouées dans la canopée et d'une strate arbustive dense).

#### • Sélection de l'habitat

SCHOFIELD & MORRIS (2000) relèvent, contrairement à nos résultats, une sélection positive très significative des ruisseaux en sous-bois; sur notre zone d'étude les sols hygromorphes sont fréquentés en rapport avec leur disponibilité en mai et sélectionnés négativement en juillet-août, peut-être à cause de leur effet thermique négatif. Les zones humides sont souvent productives en insectes plus tôt en saison, grâce à un développement plus précoce des feuilles décalant la phénologie des folivores par rapport aux zones sèches (DAJOZ, 1998). Ceci pourrait expliquer cette différence: au printemps, la distribution non uniforme des insectes au sein des différents habitats conduit peut-être *M. bechsteinii* à plus fréquenter les forêts et prairies humides à cette saison par rapport à l'été.

DE JONG (1995) a étudié l'utilisation par 4 espèces de chiroptères d'un territoire forestier fragmenté par des zones cultivées; les milieux ouverts étaient évités, notamment par *M. nattereri* qui empruntait des corridors boisés au lieu de traverser les zones ouvertes dans 99% des cas. Dans notre étude la traversée de prairies ne semble pas être un facteur limitant: la femelle F69 qui volait régulièrement à découvert pour relier deux zones de chasse aurait pu éviter cette traversée par un court détour le long de la lisière, ce qu'elle n'a fait que très rarement; d'autre part tous les individus suivis ont fréquenté les milieux ouverts pour le transit, et de manière plus anecdotique pour la chasse. La représentativité des milieux ouverts dans les types paysagers fréquentés par les dix individus suivis de la colonie de Sauviat est à ce titre certainement liée de façon majoritaire à des trajets de transits entre parcelles forestières: pour les individus ne chassant pas en milieu forestier homogène (F63, M63, F64, F67, F68, F69), la probabilité qu'un pointage ait lieu lors d'un transit en prairie était forte; ceci renforce encore le caractère majoritaire de l'utilisation de l'espace forestier. LIMPENS & KAPTEYN (1991) proposent quatre hypothèses pour expliquer la fréquentation moindre des espaces ouverts par les chiroptères: (1) la portée faible du sonar rendant nécessaire la présence de repères verticaux dans l'espace de vol; (2) l'absence de couvert assurant la protection contre les prédateurs ou (3) contre le vent; (4) l'abondance plus forte des insectes à proximité des ligneux. *M. bechsteinii* a développé plusieurs types d'émissions sonar dont une est adaptée au milieu ouvert (BARATAUD, 2005a). Le vol par lumière faible pratiqué

lors de la sortie crépusculaire du gîte diurne est lent mais riche en crochets, lui donnant une allure «hésitante», alors que le vol au grand jour (voir observations § Rythme d'activité et comportement nocturne) est très différent : rapide, festonné et puissant ; dans les deux cas le comportement semble bien adapté à une réduction des risques de capture par un rapace en vol. Que ce soit pour se protéger du vent ou pour évoluer à proximité de leurs plantes-hôtes, les insectes volants sont plus abondants près du milieu forestier (DAJOZ, 1998) ; ainsi la sélection positive de l'habitat forestier par *M. bechsteinii* a certainement un lien avec une plus grande disponibilité de proies en forêt, liée avant tout à une biomasse végétale et une surface d'écotone très nettement supérieures (OTTO, 1998).

#### • Sélection des structures forestières

Il apparaît selon les résultats que la chasse des vespertillons de Bechstein suivis ne se déroule pas de manière aléatoire au sein d'une forêt. Toutes les variables sélectionnées positivement sont d'excellents indicateurs de l'hétérogénéité des structures verticales et horizontales d'un peuplement. ALBRECHT *et al.* (2002) avait déjà mis en évidence l'importance d'une forêt richement structurée, concluant que cette importance prévalait sur la nature des essences (feuillus *versus* résineux) ; il constatait que les vespertillons de Bechstein de sa zone d'étude (Haut-Palatinat, Allemagne) évitaient les forêts avec une couverture de 100 % dans l'étage arboré supérieur, au profit de celles ayant une dominance inférieure, et recherchaient les zones riches en trouées sans doute parce qu'elles s'avéraient mieux fournies en sous-strates. Il semble en effet que la nature de l'essence ne soit pas le principal facteur limitant. Elle doit cependant jouer un rôle dans la biomasse disponible et sa répartition dans le temps : les feuillus nourrissent un cortège d'insectes phytophages plus riche et d'une disponibilité plus constante que les résineux (soumis surtout à des infestations cycliques espacées de plusieurs années). Dans une étude sur les espèces d'insectes phytophages (4 ordres échantillonnés : coléoptères, lépidoptères, homoptères et hétéroptères) associées aux arbres, SOUTHWOOD (1961) montre que les essences les plus riches sont les chênes *Quercus* sp. (284 espèces d'insectes associés), les saules *Salix* sp. (266 espèces) et les bouleaux *Betula* sp. (229 espèces) ; le résineux le plus riche est le pin sylvestre *Pinus sylvestris* (91 espèces), l'épicéa *Picea abies* arrivant en seconde position avec 37 espèces ; les essences introduites sont d'autant plus pauvres en entomofaune qu'elles se situent loin de leur zone de répartition naturelle, qu'elles sont éloignées phylogénétiquement des essences présentes naturellement sur la zone d'introduction, et que leur implantation est récente.

#### Régime alimentaire

Les résultats obtenus dans le Limousin sont comparables aux données publiées en Allemagne par WOLZ (1993a, b) pour la Bavière (Tableau 18), et TAAKE (1992) pour la Westphalie et la Basse-Saxe. Composé d'un large spectre de proies (11 ordres), le régime alimentaire du vespertillon de Bechstein est dominé par des espèces ne volant pas ou peu la nuit (Gryllidae, dermoptères, chenilles de lépidoptères, brachycères, opilions), présentes dans 79,2 % des crottes analysées (contre 85,1 % pour WOLZ). Si l'hypothèse des Oedemeridae, peu enclins au vol nocturne, s'avère correcte et que l'on intègre dans ce calcul les coléoptères, la valeur grimpe à 98,3 %. Autrement dit, il est très probable que la majorité des individus optent pour une chasse dite de «glanage» sur le substrat, feuillage ou branchages.

Les coléoptères jouent un rôle très important avec un tiers du volume des taxons consommés (présents dans 63,3 % des crottes analysées, contre 36,2 % en Bavière (WOLZ, 1993b)). Si l'hypothèse des Oedemeridae est juste, il s'agit d'espèces d'autant plus abondantes que la quantité de bois mort en forêt est importante ; le bois pourrissant est effectivement omniprésent sur la zone d'étude depuis la tempête de 1999. Il pourrait donc s'agir d'une spécialisation ponctuelle sur un type de proie rendu abondant suite à une perturbation du milieu forestier. Parmi les espèces potentielles à activité crépusculaire et/ou nocturne, citons *Nacerdes carniolica* ou *Oedemera femoralis*, observées ou potentiellement présentes sur la zone d'étude. Il est également possible que des espèces diurnes soient consommées, des individus de *M. bechsteinii* ayant été observés près du gîte de mise bas, au crépuscule, entrant dans le feuillage en bousculant les feuilles afin de provoquer l'envol d'insectes au repos. BRUNEAU DE MIRÉ (2002), grâce à un suivi entomologique sur des parcelles de la forêt de Fontainebleau, constate une augmentation significative de l'abondance et de la diversité des coléoptères saproxyliques après éclaircie par la tempête de 1999 ; l'indice de Shannon pour les coléoptères et les lépidoptères nocturnes reste toujours inférieur en futaie dense par rapport aux futaies avec trouées. La fréquence d'apparition des chenilles dans le guano de vespertillons à Sauviat (34,2 %) est comparable aux valeurs observées en Bavière (42,4 %). Ce type de proie peut être prélevé soit sur le substrat, soit (pour les chenilles de tordeuses par exemple, abondantes cette année-là) lors de leur descente «en rappel» le long d'un fil de soie du feuillage jusqu'au sol où a lieu la nymphose ; en effet à ce moment précis, la proie est certainement plus facile à détecter que sur une feuille ou une branche ; cette technique supposée pourrait être qualifiée de «glanage aérien». Concernant les imagos de lépidoptères, WOLZ note en Bavière leur présence dans 97,2 % des crottes analysées, alors qu'ils n'apparaissent que dans 40 % des crottes à Valléas

Tableau 18: Comparaison des fréquences obtenues (nombres de crottes avec au moins un fragment du taxon correspondant) à Sauviat, Limousin, et en Bavière (WOLZ, 1993b).

Taxons	Occurrences en n. (sur 120 crottes analysées) Sauviat	Occurrence en % Sauviat	Occurrence en % Bavière
NEVROPTERA	1	0.8	<b>46.3</b>
ORTHOPTERA	25	20.8	<b>24.9</b>
DERMAPTERA	44	<b>36.7</b>	20.9
HETEROPTERA	1	0.8	<b>15.8</b>
COLEOPTERA	76	<b>63.3</b>	36.2
DICTYOPTERA	0	0.0	<b>28.2</b>
HOMOPTERA	0	0.0	<b>27.1</b>
LEPIDOPTERA imago	48	40.0	<b>97.3</b>
LEPIDOPTERA larvae	41	34.2	<b>42.4</b>
Total DIPTERA	79	65.8	<b>87</b>
NEMATOCERA	36	30.0	<b>48.6</b>
BRACHYCERA	64	53.3	<b>61</b>
SIPHONAPTERA	2	1.7	-
HYMENOPTERA	3	2.5	<b>18.6</b>
ARANEAE	12	10.0	<b>37.3</b>
OPILIONES	24	20.0	19.8
CHILOPODA	0	0.0	<b>26</b>

(valeurs calculées en prenant également en compte les crottes ne contenant que des écailles).

Les araignées sont très rarement capturées à Sauviat (10% de fréquence), alors qu'elles apparaissent dans 37,3% des crottes en Bavière.

## CONCLUSION

### Analyse de la situation de la colonie de Sauviat, perspectives de gestion

Les habitats forestiers considérés comme favorables (feuillus âgés de plus de 80 ans) sont très minoritaires (3,2%) sur notre zone d'étude, ils sont de plus concentrés dans les zones hygromorphes (d'exploitation économique moins aisée) qui sont sélectionnées négativement par les vespertillons de Bechstein suivis. Les boisements restants sont soit défavorables (résineux et jeunes peuplements), soit sub-optimaux (taillis purs, taillis sous futaie et jeunes futaies); ce sont pourtant ces derniers qui sont effectivement utilisés par la colonie.

Il est probable que leur ouverture par taches allant de la simple trouée à la clairière de plus de 500 m<sup>2</sup> grâce aux chablis de la tempête de 1999 a joué un rôle positif dans leur productivité en arthropodes liés aux végétaux pionniers des éclaircies forestières. Ce phénomène se produisant avec un retard d'au moins deux ans (développement des sous-strates végétales pionnières

à partir de 2000, et du cortège d'arthropodes associés surtout à partir de 2001), cela coïncide parfaitement avec le début d'augmentation démographique de la colonie de *M. bechsteinii* observé en 2002.

Si cette hypothèse est exacte, et que la croissance des effectifs de la colonie depuis 2002 est liée à ce facteur, cette évolution va assez rapidement s'enrayer voire s'inverser: beaucoup de parcelles de feuillus touchées par des chablis sont progressivement coupées à blanc, pour repartir en taillis ou être converties en plantations de douglas; dans les deux cas ce sont des terrains de chasse perdus, au mieux pour les 20 à 25 ans à venir. Pour exemple, à l'intérieur du PCM global de 486 ha qui ne comprenait au moment de l'étude que 151 ha d'habitats forestiers sélectionnés positivement, 14 ha de boisements favorables (et utilisés par les individus suivis) ont été coupés dans le seul hiver qui a suivi, ce qui porte la surface utilisable en 2005 à 137 ha; des relevés d'après photo aérienne et notes de terrain datant de 1985 indiquent une surface de 280 ha pour ces mêmes types d'habitats favorables, ce qui signifie une perte de 51% de surface utilisable en 20 ans (convertie en plantations de résineux). Cette évolution négative pourrait expliquer l'état initial des effectifs de la colonie, semblant proche du minimum viable jusqu'en 2001; elle donne par contre encore plus de force aux effets positifs sur ces mêmes effectifs après 2001, produits probablement par l'enrichissement structurel et trophique des peuplements, provoqué par la tempête: cela indiquerait que l'aspect

qualitatif des peuplements prime sur l'effet «grand massif homogène»: une surface de 150 ha d'habitats forestiers favorables, même légèrement fractionnés et dispersés sur une zone de 500 ha, peut permettre à une colonie de survivre et même de croître rapidement.

Il est également possible que l'interpénétration en mosaïque fine de petites prairies de pâture et fauche au sein du milieu forestier augmente les ressources alimentaires pour le vespertilion de Bechstein. L'apport de l'entomofaune liée aux déjections du bétail et à la végétation herbacée pourrait pallier le manque de productivité des boisements sub-optimaux. C'est peut-être cette configuration qui a permis le maintien de la colonie de Sauviat jusqu'en 1999.

Si *M. bechsteinii* se révèle être effectivement une espèce très spécialisée et peu adaptable, et que la gestion forestière pratiquée perdure, alors une régression (ou un fractionnement, un décantonnement?) de la colonie étudiée est prédictible dans les années à venir. Ainsi nous recommandons les mesures de gestion suivantes :

- favoriser la futaie avec les chênes pédonculés et sessiles comme essences dominantes,
- conserver en permanence une surface minimale de 150 ha de peuplements feuillus âgés de plus de 60 ans pour les arbres de futaie, et d'au moins 25 ans pour les cépées,
- proscrire les coupes de futaie laissant moins de 50 tiges de semenciers à l'hectare, et d'une superficie supérieure à 2 ha,
- exploiter les taillis purs de châtaigniers par parquets d'un hectare au plus, avec enrichissement en hêtre et chêne dans les trouées et clairières,
- lorsque l'essence dominante le permet (hêtre, sapin pectiné, douglas), passer progressivement en futaie irrégulière, si possible pied par pied, ou à défaut en petits parquets.

## REMERCIEMENTS

La majeure partie de cette étude (télémétrie) a été réalisée grâce au soutien financier du Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin; elle a obtenu aussi le soutien logistique du Parc Naturel Régional du Morvan, de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun, du Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin et de la Coordination Mammalogique du Nord de la France; la partie régime alimentaire (réalisée par Alain Lugon) a été financée par la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères. De nombreux amis ont collaboré à ce programme, en apportant leur expérience, leur aide logistique et/ou physique sur le terrain: Julien Barataud, Mathieu Bonhomme, Pascal Giosa, Sylvie Giosa, Cédric

Guillaume, Marc Kerhervé, Serge Mazaud, Sébastien Roué, Stéphane Roué ont activement participé à une ou plusieurs nuits de télémétrie; Grégory Beuneux, Vincent Cohez, Eric Petit, Christophe Rideau, Manuel Ruedi, Sébastien Roué, Stéphane Roué, François Schwaab, Laurent Tillon ont fourni de la documentation et/ou du matériel; Michel Jay (C.T.I.F.L.) a fourni les capteurs thermiques et extrait les données brutes de températures de l'arbre-gîte Pc1; Marie-Jo Savage et Annie Carlue ont assuré la traduction des publications en langue allemande, rendant ainsi leur contenu accessible aux auteurs; Laurent Chabrol (Société Entomologique du Limousin) a fourni les renseignements sur la biologie des coléoptères Oedemeridae; Gerald Kerth (université de Zurich - Suisse) a très cordialement effectué les analyses génétiques des individus F63 et M63. Les restes de coléoptères ont été examinés par MM. Emmanuel Wermeille et Gilles Carron. Lucia Pollini a revu les fragments de diptères. Plusieurs fragments (Gryllidae notamment) ont été déterminés sur la base des collections du Musée d'histoire naturelle de Neuchâtel, avec l'aide de Jean-Paul Haenni. Enfin, des restes de Raphidioptère ont été déterminés par Jean-Paul Reding.

Nous vous remercions tous chaleureusement.

## RESUME

*Myotis bechsteinii* est considéré comme une espèce rare en Europe, et inféodée aux grands massifs feuillus matures à âgés. La seule colonie connue en région Limousin (nord-ouest du Massif Central - France) est insérée dans un paysage semi-ouvert où la forêt est en majorité jeune et très fragmentée. Or la colonie affiche depuis l'année 2000 une augmentation d'effectifs de 110 % sur 6 ans. Afin d'élucider cette apparente contradiction, et en complément d'un suivi précis de la colonie en gîtes depuis 1999, nous avons réalisé en 2004 le suivi télémétrique de 10 individus et l'analyse du régime alimentaire de mai à août. Les résultats confirment le caractère forestier de l'espèce, en mettant en évidence une sélection positive des zones de trouées créées par la tempête de décembre 1999; le facteur favorisant semble être la richesse des strates herbacées et arbustives, qui génèrent une entomofaune abondante et diversifiée; la présence de bois mort entraîne aussi l'abondance d'insectes saproxyliques présents dans le régime alimentaire. Ces caractéristiques sont communes à celles d'une forêt naturelle – avec la stabilité en moins, puisque ces conditions s'avèrent temporaires. Les exigences écologiques du vespertilion de Bechstein sont analysées à la lumière des éléments disponibles permettant de comparer l'évolution parallèle des populations de ce chiroptère et de l'habitat forestier en Europe.

## BIBLIOGRAPHIE

- AEBISCHER N.J., P.A. ROBERTSON & R.E. KENWARD. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74(5): 1313-1325.
- ALBRECHT, K., M. HAMMER, N. HOLZHAIDER & J. HOLZHAIDER. 2002. Telemetrische Untersuchungen zum Nahrungshabitatanspruch der Bechsteinfledermäuse (*Myotis bechsteinii*) in Nadelwäldern bei Amberg in der Oberpfalz. In: *Ökologie, Wanderrungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*, Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz, Bundesamt für Naturschutz, Bonn: 131-140.
- BARCLAY, R.M.R. 1995. Effects of weather and age on reproduction and survival on female big brown bats, *Eptesicus fuscus*. Abstracts of the 10<sup>th</sup> International Bat Research Conference, Boston University: 202.
- BONTADINA, F. & B. NAEF-DAENZER. 2002. Analysing spatial data of different accuracy: The case of greater horseshoe bats foraging. In: BONTADINA, F. Conservation ecology of horseshoe bats. PhD Thesis, 184 pp.
- BRUNEAU DE MIRE, P. 2002. L'homme est-il une menace pour la biodiversité? *Insectes* 125(2): 3-6.
- CRETTENAND, Y. & N. VIANIN. 1992. Le poids du fœtus contraint-il les femelles de grands rhinolophes (*Rhinolophus ferrumequinum*) à des phases de torpeur en milieu et fin de gravidité? Réplication des expériences de RANSOME (1973). Travail de certificat de zoologie, Université de Lausanne, 69 pp.
- DAJOZ, R. 1998. Les insectes et la forêt. Tec & Doc éd., 594 pp.
- DE JONG, J. 1995. Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriologica* 40 (3): 237-248.
- ENTWISTLE, A.C. 1995. Consequences of roost selection in *P. auritus*. Abstracts of the 10<sup>th</sup> International Bat Research Conference, Boston University: 108.
- FITZSIMONS, P., D. HILL & F. GREENAWAY. 2002. Patterns of habitat use by female Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*) from a maternity colony in a British woodland. School of Biological Sciences, University of Sussex. Report, 21 pp.
- FUHRMANN, M., C. SCHREIBER & J. TAUCHERT. 2002. Telemetrische Untersuchungen an Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*) und Kleinen Abendseglern (*Nyctalus leisleri*) im Oberurseler Stadtwald und Umgebung (Hochtaunuskreis). In: *Ökologie, Wanderrungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*, Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz, Bundesamt für Naturschutz, Bonn: 131-140.
- GESSNER, B. & M. WEISHAAR. 2003. Vorläufige Ergebnisse des Beringung der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) in der Region Trier. *Dendrocopos* 30: 9-16.
- HUET, R. 2001. Les chiroptères de la Directive Habitats: le Murin de Bechstein *M. bechsteinii* (Kuhl, 1817). *Arvicola* 13 (2): 35-38.
- JAGER, J. & G. PECHACEK. 2002. Minimum sample size for kernel based home-range calculation in the Three-toed Woodpecker *Picoides tridactylus*. *Journal for ornithology* 143(4): 416-423.
- KERTH, G. 1998. Sozialverhalten und genetische Populationsstruktur bei der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*). Berlin, 130 pp.
- KERTH, G. & B. KÖNIG. 1996. Transponder and an infrared-videocamera as method used in a fieldstudy on the social behaviour of Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Myotis* 34: 27-34.
- KERTH, G. & B. KÖNIG. 1999. Fission, fusion and nonrandom associations in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behaviour* 136: 1187-1202.
- KERTH, G. & K. RECKARDT. 2003. Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. *Proceedings Royal Society London B*. 270: 511-515.
- KERTH, G., M. WAGNER & B. KÖNIG. 2001a. Roosting together, foraging apart: information transfer about food is unlikely to explain sociality in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behavioral Ecology Sociobiology* 50: 283-291.
- KERTH, G., M. WAGNER, K. WEISSMAN & B. KOENIG. 2002. Habitat und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. In: Abschlussbericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F+E) "Untersuchungen zur Ökologie von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten und Formulierung von Empfehlungen für ihren Schutz. Schriftenreihe des Deutschen Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- KERTH, G., K. WEISSMANN & B. KÖNIG. 2001b. Day roost selection in female Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. *Oecologia* 126: 1-9.
- KUNZ, T.H. 1988. *Ecological and behaviour methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, 533 pp.
- LIMPENS, H.J.G.A. 1993. Bat-detectors in a detailed bat-survey: a method. *Proceedings of the first European Bat Detector Workshop*. K. KAPTEYN (ed.). Netherlands Bat Research Foundation. Amsterdam: 91-104.
- LIMPENS, H.J.G.A & K. KAPTEYN 1991. Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29: 39-48.
- LÜTTMANN, J., M. WEISHAAR & B. GESSNER, unter Mitarbeit von M. FUHRMANN und J. TAUCHERT (Gelände 2001). 2003. Nächtliche Aufenthaltsgebiete und Jagdverhalten von Kolonien der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) im Gutland. *Dendrocopos* 30: 17-27.
- MCANEY, C.M., C. SHIEL, C. SULLIVAN & J. FAIRLEY. 1991. *The analysis of bat droppings*. The Mammal Society, London. 48 pp.
- MESCHEDÉ, A. & K.-G. HELLER. 2000. Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Heft 66, Bonn, 374 pp.
- OTTO, H. J. 1998. *Ecologie forestière*. IDF Eds. 397 pp.
- RANSOME, R.D. & T.P. MC OWAT. 1994. Birth timing and population changes in greater horseshoe bat colonies (*Rhinolophus ferrumequinum*) are synchronized by climatic temperatures. *Zoological Journal Linnean Society* 1212: 337-351.
- SCHLAPP, G. 1990. Populationsdichte und Habitatansprüche der Bechstein-Fledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818) im Steigerwald (Forstamt Ebrach). *Myotis* 28: 39-59.
- SCHOFIELD, H.W., F. GREENAWAY & C.J. MORRIS. 1997. Preliminary studies on Bechstein's bat. *The Vincent Wildlife Trust*. Review of 1996: 71-73.
- SCHOFIELD, H.W. & C.J. MORRIS. 2000. Ranging behaviour and habitat preferences of females Bechstein's bat, *Myotis*

- bechsteinii* (Kuhl, 1818), in summer. *The Vincent Wildlife Trust*. Report, 26 pp.
- SHIEL, C., C.M. MCANEY, C. SULLIVAN & J. FAIRLEY. 1997. *Identification of arthropod fragments in bat droppings*. The Mammal Society, London, 1-56.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1961. The number of species of insect associated with various trees. *Journal of animal ecology* 30 (1): 1-8.
- TAAKE, K.H. 1992. Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). *Myotis* 30: 7-74.
- VON FRISCH, K. 1969. *Vie et mœurs des abeilles*. Albin Michel éd. 255 pp.
- WAGNER, M., G. KERTH & B. KÖNIG. 1997. Jagdverhalten und Raumnutzung von Bechsteinfledermäusen in unterschiedlichen Lebensräumen. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 90: 397.
- WOLZ, I. 1992. Zür Ökologie des Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818). Erlangung des Doktorgrades. Naturwissenschaftlichen Fakultäten des Friedrich-Alexander-Universität. 136 pp.
- WOLZ, I. 1993a. Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818). *Myotis* 31: 5-25.
- WOLZ, I. 1993b. Das Beutespektrum der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818), ermittelt aus Kotanalysen. *Myotis* 31: 27-68.
- WORTON, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70 (1): 164-170.



## Protection des colonies de minioptères (chauves-souris) par fermeture des grottes : une démarche inadéquate ?\*

Pascal Moeschler<sup>1</sup>, Sébastien Roué<sup>2</sup> & Karl Zbinden<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Muséum d'histoire naturelle de Genève, Case postale 6434, CH-1211 Genève 6. E-mail : pascal.moeschler@ville-ge.ch

<sup>2</sup> CPEPESC, Rue de Beauregard 3, F-25000 Besançon. E-mail: cpepesc.chiropteres@orange.fr

<sup>3</sup> Garbenweg 3, CH-3027 Berne. E-mail: karl.zbinden@bluewin.ch

**Abstract.** The closure of caves as a way of protecting colonies of the cave-dwelling *Miniopterus schreibersii* (Schreibers' bat) has been studied in two caves in the French Jura. Trials of short-term (one week) and medium-term (one year) closures using barriers with horizontal bars (15-17 cm apart) were made at Carroussel cave (Haute Saône). Closure of this cave entrance caused a considerable drop in the number of bats present. A study of the consequences of the closure of three other caves in the south of France confirms these results. Visual and acoustic observations, using a video camera and an automatic counter of acoustic signals made by the bats, have shown that Schreibers' bats have great difficulty getting past the horizontal bars. Temporary closure of one of the two entrances to a cave in Franche-Comté (St. Catherine, Doubs) has also shown the effect of barriers on the choice of access route by three species of bats; they showed a clear preference for the entrance without a protection barrier.

Three recommendations emerge:

- 1) Plans to close caves that serve as summer roosting places for colonies of *Miniopterus* should be re-examined, and studies should be carried out before implementing any plans to close caves that are occupied in summer by colonies of other species of bats.
- 2) Plans to close caves of prehistoric or tourist interest occupied by colonies of bats should first be subject to studies of the bat populations.
- 3) A global strategy for the protection of Schreibers' bat in caves in France and southern Europe needs to be defined.

**Key words:** *Miniopterus schreibersii*, protection, caves, French Jura.

### 1. INTRODUCTION

La régression des espèces de chauves-souris fréquentant exclusivement ou partiellement le domaine souterrain est souvent attribuée à des dérangements d'origine anthropique: surfréquentation des grottes, vandalisme, installation d'infrastructures touristiques ou opérations de baguage mal conduites (BARBOUR & DAVIS, 1969; BROSSET 1966, 1977; BROSSET & POILLET, 1985; BROSSET *et al.*, 1988; DAAN, 1980; GAISLER *et al.*, 1981; HARVEY, 1976; HARVEY & BARCLAY, 1990; HENSHAW, 1972; HUMPHREY & KUNZ, 1976; MCCracken, 1989; MOHR, 1953, 1972; PUNT, 1970; RACEY, 1992; STEBBINGS, 1969, 1988; STEBBINGS & GRIFFITH, 1986;

TUTTLE, 1979; TUTTLE & STEVENSON, 1977; VOÛTE & LINA, 1986).

Le rôle des divers facteurs perturbants (bruit, lumière, toucher, modifications thermiques, vibrations, etc.) et leur incidence sur la dynamique des populations de chiroptères est toutefois mal connue (HORACEK, 1983-84; SPEAKMAN *et al.*, 1991). Les méthodes de protection et de gestion des peuplements de chiroptères dans les cavités sont, de ce fait, encore très imparfaites.

Conformément au principe de précaution, de nombreux auteurs préconisent la fermeture systématique des cavités les plus riches et les plus sensibles au moyen de grilles à barreaux horizontaux. Cette mesure s'est révélée efficace

---

\* Avertissement: Cette note constitue la reprise *in extenso* d'un rapport remis à la DIREN de Franche-Comté en 1995, concernant la problématique de la fermeture de cavités comme moyen de protection de colonies de minioptères de Schreibers. Ce rapport technique étant, aujourd'hui encore, régulièrement demandé par de nombreux chiroptérologues ou administrations, nous avons jugé opportun de le rendre plus accessible sous la forme de cette note dans *Le Rhinolophe*.

dans de nombreux cas (BELWOOD & WAUGH, 1991; PIERSON & BROWN, 1992; YALDEN & MORRIS, 1975) et est aujourd'hui largement recommandée en Europe comme aux Etats-Unis (BROSSET, 1978; CONSEIL DE L'EUROPE, 1992; HEGEDUS, 1981; HOOPER, 1983; HUMPHREY, 1978; MITCHELL-JONES, 1987; MOHR, 1975). Un examen attentif de la littérature révèle toutefois que cette démarche comporte certains risques. Dans plusieurs cas, la pose de grilles ou de murets de protection a en effet provoqué l'abandon des cavités par les chauves-souris (RANSOME, 1990; TUTTLE, 1977; RICHTER *et al.*, 1993). Ces échecs ont été expliqués de diverses manières: 1) les grilles utilisées ont été mal conçues; 2) l'aménagement de l'entrée des grottes a provoqué une perturbation des conditions climatiques de la cavité (RICHTER *et al.*, 1993); 3) certaines chauves-souris semblent incapables de s'habituer à la présence de grilles obstruant les orifices d'accès, même lorsque les barreaux horizontaux sont bien espacés (WHITE & SEGINAK, 1987).

Ces échecs ont occasionné des dégâts importants dans des populations de chiroptères (par exemple, HUMPHREY [1978] considère que 50 % du déclin de *Myotis sodalis* survenu aux Etats-Unis entre 1960 et 1975 a été provoqué par des modifications inadéquates de l'entrée des cavités). Ils entraînent aussi des dépenses inutiles (le coût de la pose d'une grille de protection peut excéder 3800 €) et, d'une manière plus générale, portent préjudice au crédit des actions de conservation en cours.

Dans l'état présent de nos connaissances, il s'avère donc indispensable de mieux maîtriser les opérations de fermeture des cavités.

Jusqu'à cette étude, aucune étude scientifique n'a été publiée sur le comportement des minioptères en relation avec la pose de grilles de protection. Cette chauve-souris de petite taille (envergure: 300-340 mm, poids 8-16 g) est largement distribuée dans les régions méridionales de l'Europe: Portugal, Espagne, France, Italie, Autriche, ex-Yougoslavie, Grèce, Roumanie, Bulgarie. Ailleurs dans le monde, son aire de répartition s'étend jusqu'au Japon, en Afrique du Sud et en Australie. Elle est exclusivement cavernicole (espèce subtroglophile) et ne fréquente qu'un nombre limité de grottes ou de mines pour hiberner ou se reproduire (V. Aellen, comm. pers.; DWYER, 1963, 1966, 1969; VAN DER MERWE, 1973). En France, on estime que moins de 50 cavités abritent plus de 80 % des effectifs. Ce comportement social favorise la concentration de plusieurs dizaines de milliers d'individus observés dans certaines grottes et rend par conséquent cette espèce particulièrement vulnérable. Selon les critères de l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (UICN), le minioptère de Schreibers est une chauve-souris actuellement «en danger d'extinction» en Europe (STEBBINGS, 1988). Cette catégorie désigne des espèces dont la survie est fortement compromise si les facteurs nuisibles ne sont pas immédiatement supprimés.

Dans le cadre d'un projet de fermeture de deux cavités abritant des minioptères (grotte du Carroussel près de Vesoul et grotte de Macornay près de Lons-le-Saunier), la DIREN de Franche-Comté nous a confié le mandat de répondre à la question suivante:

*la fermeture de grottes au moyen de grilles est-elle réellement une mesure adéquate de protection des chauves-souris lorsque l'on se trouve en présence de l'espèce *Miniopterus schreibersii*, ou au contraire peut-elle entraîner une perturbation des animaux?*

A notre connaissance, c'est la première fois qu'une étude de ce type est entreprise, tant en Europe que dans les autres régions colonisées par cette chauve-souris. Le nombre des demandes de fermeture de cavités se multipliant en France comme dans les autres pays, nos résultats seront certainement utiles à la protection et à la gestion des populations de cette chauve-souris et de ses habitats souterrains dans l'ensemble de son aire de répartition.

Les résultats préliminaires de cette expertise ont été communiqués à la DIREN de Franche-Comté en octobre 1993. Notre expertise aboutit à une recommandation négative quant à la fermeture au moyen de grilles des cavités abritant des minioptères.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Nos recherches ont été menées à la grotte du Carroussel (Haute-Saône) en 1992 et 1993 et à la grotte de Ste-Catherine (Doubs) en 1993. Une enquête a également été réalisée auprès de chiroptérologues français. Elle a permis d'identifier trois sites ayant été équipés de grilles et d'en analyser les conséquences: grotte de Cailhol dans l'Hérault, mine de Frangone en Haute-Corse et grotte de Castellans dans le Tarn.

### 2.1. Sites

Grottes ayant fait l'objet d'essais de fermeture dans le cadre de notre étude:

- *Grotte du Carroussel* (communes de Conflandey et de Port-sur-Saône, Haute-Saône). La grotte s'ouvre à l'extérieur par un porche de 5 m de large et de 6 m de haut, qui en constitue le seul accès (Fig. 1). Elle est plus ou moins régulièrement colonisée par un groupe de minioptères (jusqu'à 2000 individus) (D. Morin, comm. pers.). Des essais de fermeture ont été effectués en 1992 et 1993.
- *Grotte de Ste-Catherine* (commune de Laval-le-Prieuré, Doubs). La grotte s'ouvre à l'extérieur par deux orifices: un inférieur constitué par une diaclase de 2 m de largeur et de 4 m de hauteur et un supérieur

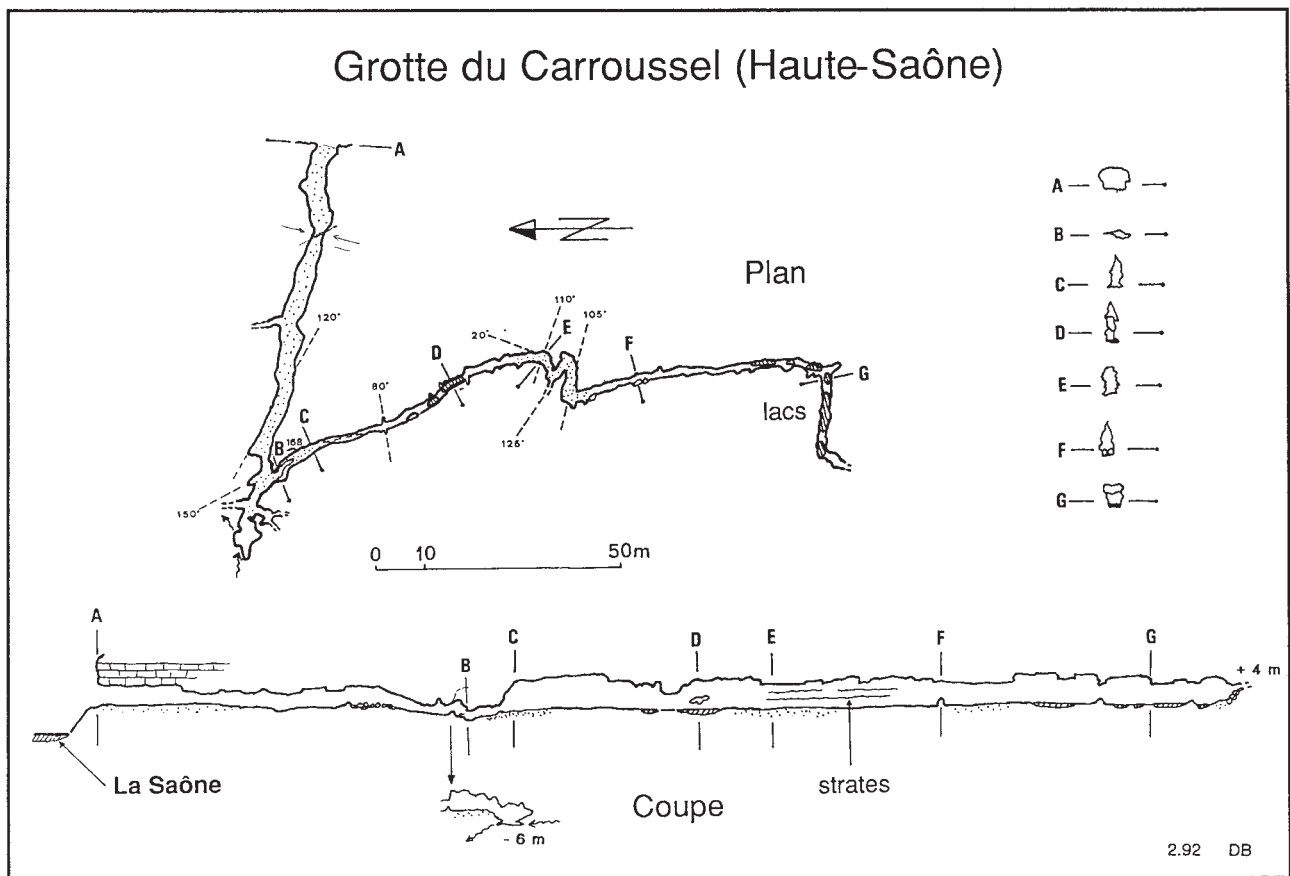


Fig. 1: Topographie de la grotte du Carroussel (février 1992).

(env. 1,5 m de largeur et 1 m de hauteur) situé 20 m plus haut. Nous y avons effectué des expériences de fermeture en août 1993. La cavité était alors colonisée par env. 200 minioptères, 600 grands murins et 150 grands rhinolophes.

Cavités identifiées dans le cadre de notre enquête :

- *Grotte de Cailhol* (commune de La Caunette, Hérault). Nous avons visité en 1993 ce site étudié par P. Médard. Elle s'ouvre à l'extérieur par un orifice de 22 m de largeur et d'environ 3 m de hauteur. Sa fermeture a été réalisée en mars 1993 au moyen d'une grille (largeur 22 m; hauteur 2,8 m) placée sous le porche d'entrée. Cette grotte était alors utilisée comme gîte d'estivage ou de reproduction par environ 1500 minioptères.
- *Mine de Frangone* (commune d'Olméti-di-Tuda, Haute-Corse). Informations transmises par G. Faggio et J.-Y. Courtois. Cette mine s'ouvre à l'extérieur par une galerie de 1,5 m de largeur et de 2 m de hauteur. Elle a été fermée le 2 octobre 1988 au moyen d'une grille de 1,5 m de largeur et d'environ 2 m de hauteur placée à l'entrée de la cavité. Avant sa fermeture, cette cavité était connue pour abriter une colonie de reproduction pouvant comprendre 1500 minioptères.

- *Grotte du Castellas* (commune de Dourgne, Tarn). Informations transmises par F. Néri. Cette grotte s'ouvre à l'extérieur par trois entrées. L'orifice donnant accès à la partie du réseau colonisé par les minioptères (colonie de mise bas pouvant comprendre jusqu'à 6000 individus) a été fermé en 1990 au moyen d'une grille à barreaux horizontaux placée dans une diaclase à environ 10 m de l'entrée. Cette grille a été démontée au cours de l'hiver 1990/91.

## 2.2. Grilles

Nos expériences de fermeture aux grottes du Carroussel et de Ste-Catherine ont été effectuées à l'aide de deux types de grille (barreaux horizontaux), spécialement conçus pour cette étude :

*Modèle 1* : Grille à bandes plastiques souples (Fig. 2a et 2b).

Les barreaux ont été simulés au moyen de bandes de plastique souple (bandes de chantier de 50 mm de largeur et de 0,1 mm d'épaisseur) tendus horizontalement entre des langerons télescopiques (hauteur maximale : 5 m; diamètre : 30 mm). La fixation et la tension des bandes

plastiques ont été assurées à l'aide de chaînes en plastique (grandeur des mailles extérieures : 50 x 20 mm, épaisseur 6 mm) tendues le long des langerons (Fig. 2b) au moyen d'élastiques. L'espace laissé libre entre les barreaux était de 15 cm.

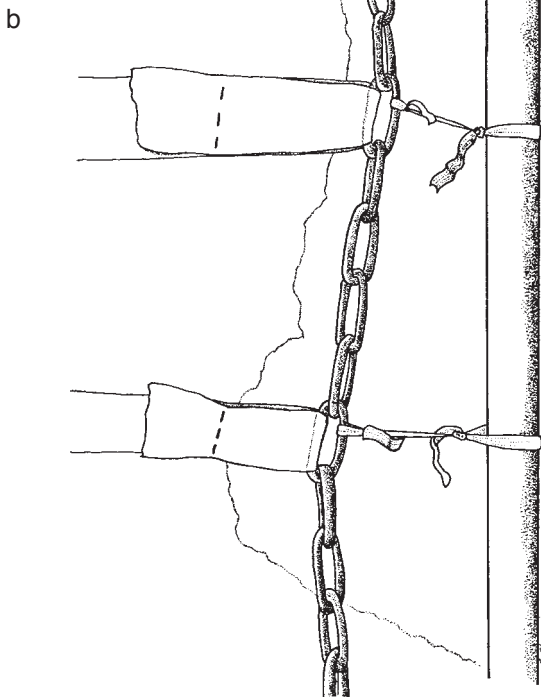
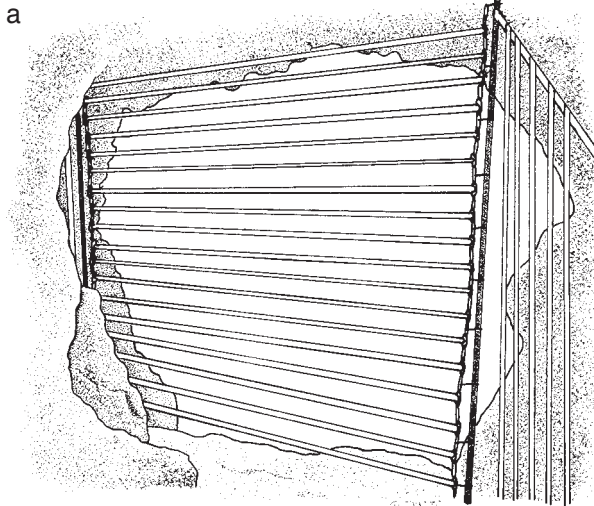


Fig. 2: Schéma de la grille de simulation (modèle 1) spécialement développée dans le cadre de la présente étude. 2a: grille installée à la grotte du Carroussel; 2b: détail du système de fixation des bandes de plastique le long des langerons.

#### Modèle 2 : Grille à tubes plastiques

Ce deuxième type de grille d'essai comprenait des tubes plastiques (tubes électriques de 1,5 cm de diamètre) fixés horizontalement et espacés de 17 cm.

Les sites de Cailhol, de Frangone et du Castellas ont été fermés par des grilles à barreaux métalliques horizontaux. A la grotte de Cailhol, le diamètre des tubes métalliques utilisés était de 2,5 cm et l'espacement entre les barreaux de 15 cm. A la mine de Frangone, l'espacement entre les barreaux varie de 17 à 23 cm et un espace de 38 cm a été maintenu entre le dernier barreau et la voûte de la mine. A la grotte du Castellas, des barreaux de 5 cm de diamètre ont été utilisés avec un espacement de 15 cm.

### 2.3. Dénombrement des minioptères dans les cavités

A la grotte du Carroussel, les comptages visuels ont été effectués par un même observateur (S. Roué) tous les quinze jours. Les comptages visuels concernant les sites de Cailhol, Frangone et Castellas nous ont été communiqués par divers naturalistes.

### 2.4. Etude du comportement des minioptères en vol devant les grilles

#### 2.4.1. Observations visuelles (grottes du Carroussel et de Ste-Catherine)

Ces observations ont été rendues possibles par l'utilisation de lampes à pétrole diffusant une faible lumière. Les entrées ou sorties des chauves-souris ont été dénombrées de manière exhaustive par périodes de 1 à 15 minutes, soit en début (21h30-23h), soit en fin de nuit (4h-6h). A la grotte du Carroussel, nous avons effectué des comptages des vols circulaires sous le porche d'entrée, en présence et absence de grille. En outre, des comptages de collisions des chauves-souris avec les barreaux ont été réalisés. Le comportement des minioptères devant la grille a également été étudié au moyen d'une caméra vidéo équipée d'un éclairage à lumière rouge.

#### 2.4.2. Observations acoustiques (grotte du Carroussel)

L'activité des minioptères en vol dans le porche d'entrée de la cavité a été quantifiée à l'aide d'une station automatique de dénombrement des signaux ultrasoniques (cf. article de K. ZBINDEN, 1994) comprenant un « mini-bat detector » (fréquence 60 kHz) fixé sous la voûte. Les signaux ultrasoniques ont été enregistrés par périodes de 24 h au moyen d'un « datalogger » alimenté par une batterie et un panneau solaire. Les températures maximales et minimales ainsi que l'ensoleillement à l'extérieur de la grotte ont également été enregistrés. Cette station a fonctionné au cours de 38 nuits (30 juillet au 6 septembre 1992) en période d'ouverture de la grotte et de 25 nuits (7 septembre au 19 octobre) en période de fermeture.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Dynamique des peuplements de minioptères en relation avec la fermeture des cavités

*Grotte du Carroussel.*- En 1992, la grotte a été fermée à trois reprises par une grille à bandes souples (modèle 1) : dernière quinzaine de juin, dernière quinzaine de juillet, dernière quinzaine de septembre et mois d'octobre. En 1993, elle a été fermée au moyen de la grille à tubes plastiques (modèle 2) durant toute l'année.

Les résultats des comptages bi-hebdomadaires sont indiqués dans le Tab. 1 et la Fig. 3. En absence de grille, nous avons observé des groupes supérieurs à 1000 individus à 6 reprises (50 % des comptages), alors qu'aucun groupe supérieur à 110 individus n'a été observé en présence de grille. Les moyennes des effectifs relevés au cours des périodes d'ouverture et de

fermeture de la cavité (test U de Man-Wythney) sont très différentes (Fig. 4) : 811 ind. en période d'ouverture de la grotte contre 73,6 individus en période de fermeture ( $Z = 2,66, p < 0,01$ ). L'évolution du nombre des chauves-souris présentes dans la cavité au cours de l'année 1993 (Fig. 3) montre qu'il n'y a eu aucune tentative de recolonisation massive de ce site, en dépit d'une période de fermeture de longue durée, susceptible de permettre un apprentissage des animaux.

*Sites de Cailhol, de Frangone et de Castellás.*- Les dénombrements des minioptères à la grotte de Cailhol sont indiqués dans le Tab. 2. Alors que la moyenne des effectifs était de 1019,69 individus avant sa fermeture en 1993, celle-ci a chuté à 35 individus après la pose de la grille (Fig. 4). Ces différences sont très significatives ( $Z = 3,42, p < 0,001$ ).

Les effectifs des minioptères présents dans la Mine de Frangone (période considérée : septembre à mars) sont indiqués dans le Tab. 3. La moyenne des effectifs (Fig. 4) après la fermeture de la mine (42,87 ind.) est plus basse que celle précédant la pose de la grille (176,64 ind.). Notre analyse ne révèle toutefois pas de différence statistique significative ( $Z = 0,54$ ). On note néanmoins une nette diminution de la taille des essais suite à l'installation de la grille : alors que des groupes de 200 individus et plus ont été observés dans plus de 30 % des cas ( $N = 11$  comptages) avant la fermeture, un seul groupe de 200 individus a été recensé après la pose de la grille (6 % des cas,  $N = 15$ ).

Nous ne disposons malheureusement pas de données chiffrées concernant la tentative de fermeture de la Grotte du Castellás. Les responsables de cet aménagement nous ont toutefois indiqué que la fermeture de la cavité (printemps 1990) a provoqué un abandon immédiat du site par une colonie de reproduction comprenant près de 2000 individus. Suite à la réouverture de cette grotte au cours de l'hiver 1990/91, une recolonisation massive a été observée dès l'été suivant.

#### 3.2. Incidence des grilles sur le comportement de vol des minioptères (grotte du Carroussel)

##### Vols circulaires

La pose de la grille a provoqué d'importantes modifications de la trajectoire de vol des minioptères quittant la cavité au crépuscule. En absence de grille, la plupart des animaux quittent la grotte en empruntant une trajectoire rectiligne et n'effectuent que peu de vols circulaires sous le porche d'entrée. Nos observations entre 21h et 23h les 28 et 29 juillet 1992 (absence de grille) ont permis de dénombrer 63 vols circulaires pour 191 passages, soit en moyenne 0,32 vol circulaire par passage. En présence de grille, le nombre des vols

Tableau 1 : Dénombrements bi-mensuels des minioptères dans la grotte du Carroussel.

Mois	Quinzaine	1992	1992	1993
		Sans grille	Avec grille	Avec grille
Mars	1	1050		3
	2	1250		15
Avril	1	1200		40
	2	1200		35
Mai	1	800		60
	2	400		40
Juin	1	20		10
	2		40	20
Juillet	1	400		30
	2		85	40
Août	2		75	
	1	520		30
Septembre	2	1000		20
	1	<b>1850</b>		<b>4</b>
Octobre	2		<b>180</b>	2
	2		35	
Novembre	1		20	1
	2		80	10
	1	50		<b>110</b>

Nb. Obs.	12	24
<b>Moyenne</b>	<b>811.67</b>	<b>41.04</b>
Médiane	900	32.5
Ecart-type	547.32	41.30
Min.	20	1
Max.	1850	180

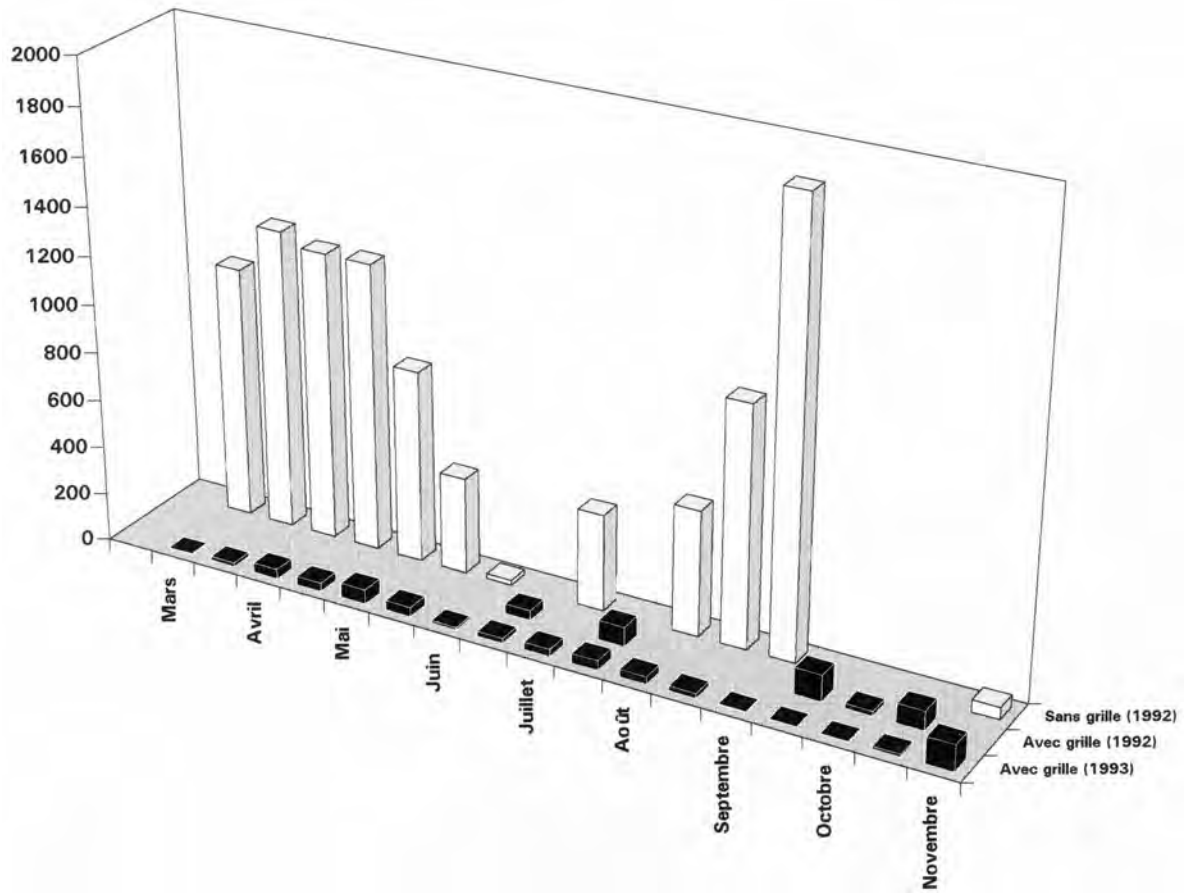


Fig. 3: Dénombrements bi-mensuels des minioptères à la grotte du Carroussel. En clair : périodes sans grilles ; en foncé : périodes avec grille.

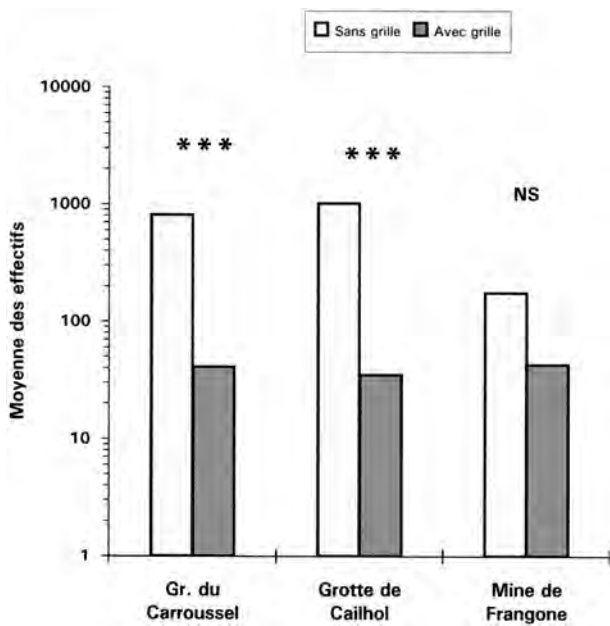


Fig. 4: Moyennes du nombre des minioptères présents dans les cavités du Carroussel, de Cailhol (Hérault) et de Frangone (Corse) avec et sans grille. Au-dessus des colonnes figurent les résultats des tests non-paramétriques de Man-Withney: \*\*\* = très significatif ( $P < 0,001$ ), NS = non significatif.

Tableau 2: Dénombrements des minioptères dans la grotte de Cailhol (Hérault). Données fournies par P. Médard.

Mois	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993
	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	avec grille
Avril			65			1000				20
Mai		1500	110	1500						30
Juin					1000					10
Juillet					200			50	1000	50
Août						5000	400			50
Septembre	600	1500		400						50
Octobre			300	700						

Nb. Obs.	16	6
<b>Moyenne</b>	<b>1019.69</b>	<b>35.00</b>
Mediane	1000	40
Ecart-type	1172.76	17.61
Min.	50	10
Max.	5000	50

Tableau 3: Dénombrements des minioptères dans la mine de Frangone (Haute-Corse). Données fournies par G. Faggio et J.-Y. Courtois.

Mois	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94
	sans grille	sans grille	sans grille	sans grille	avec grille	avec grille	avec grille	avec grille	avec grille	avec grille
Septembre			10			5			50	
Octobre	0			300	2			<b>200</b>	50	20
Novembre	<b>1000</b>	300	67							
Décembre a	50		200		1		90		20	40
Décembre b										0
Janvier								50	15	
Février	1									
Mars	0	15					80	20		

Nb. Obs.	1
<b>Moyenne</b>	<b>176.64</b>
Mediane	50
Ecart-type	297.34
Min.	0
Max.	1000

	15
<b>Moyenne</b>	<b>42.87</b>
Mediane	20
Ecart-type	51.75
Min.	0
Max.	200

circulaires a considérablement augmenté, les chauves-souris recherchant visiblement les orifices permettant de franchir la grille. Les comptages effectués les 11 et 12 juin et les 8 et 27 juillet 1992 ont permis de dénombrer 1261 vols circulaires pour 76 passages, soit en moyenne 16,59 vols circulaires par passage. La pose de la grille a ainsi provoqué une importante recrudescence des vols circulaires (cinquante fois plus nombreux) sous le porche d'entrée.

**Collisions d'animaux avec les barreaux**

Les minioptères franchissant ou cherchant à franchir la grille se heurtent fréquemment aux barreaux. Les observations visuelles des 11 et 12 juin et les 8 et 27 juillet 1992 ont permis de dénombrer 22 chocs pour 76 sorties, soit une moyenne de 0,28 collision par sortie. Les prises de vue effectuées par la caméra vidéo ont confirmé ce phénomène. A plusieurs reprises, nous avons pu constater que les chauves-souris entrées en collision avec la grille étaient déstabilisées et pouvaient tomber sur le sol.

**Recherche active d'orifices**

L'incidence de la grille sur la trajectoire de vol des minioptères a également été mise en évidence par une expérience de modification de l'espacement entre les barreaux effectuée le 9 juillet 1992. Lorsque la grille était entièrement montée, presque toutes les chauves-souris la franchissaient dans sa partie supérieure. Après

avoir enlevé trois bandes de la partie médiane de la grille (espace de 70 cm), 95 % des animaux (40 passages observés) ont emprunté cet espace. Sa réduction à 35 cm (une bande enlevée) s'est toutefois traduite par une nouvelle modification de la trajectoire de vol des animaux, 62,5% (16 passages) quittant à nouveau la cavité en empruntant la partie supérieure de la grille

**Activité globale des chauves-souris sous le porche d'entrée**

L'activité globale des chauves-souris en vol sous le porche d'entrée avec ou sans grille a été observée au moyen de la station automatique d'enregistrements des impulsions ultrasoniques. Elle a été représentée par son évolution temporelle (Fig. 5-6). En absence de grille, l'activité a été relativement régulière (max.: 19'148 impulsions le 31.8; min.: 3788 le 14.8). La trajectoire dans l'espace des phases (Fig. 6) est limitée à la partie inférieure gauche du diagramme. En présence de grille, les fluctuations du nombre des impulsions ont été beaucoup plus importantes (max.: 51'712 au cours de la nuit suivant la pose de la grille; min.: 3584 impulsions). Durant la même période, le nombre des chauves-souris présentes dans la cavité a fortement diminué: 182 ind. le 13.9., 1 ind. le 17.9. et 50 ind. le 29.9. contre 135 ind. le 29.7., 520 ind. le 6.8., 1000 ind. le 14.8, 1850 ind. le 6.9). La trajectoire dans l'espace des phases est alors beaucoup plus large. Cette figure fait penser à l'existence d'un « attracteur » situé dans un espace inférieur à 20 000 impulsions et indique

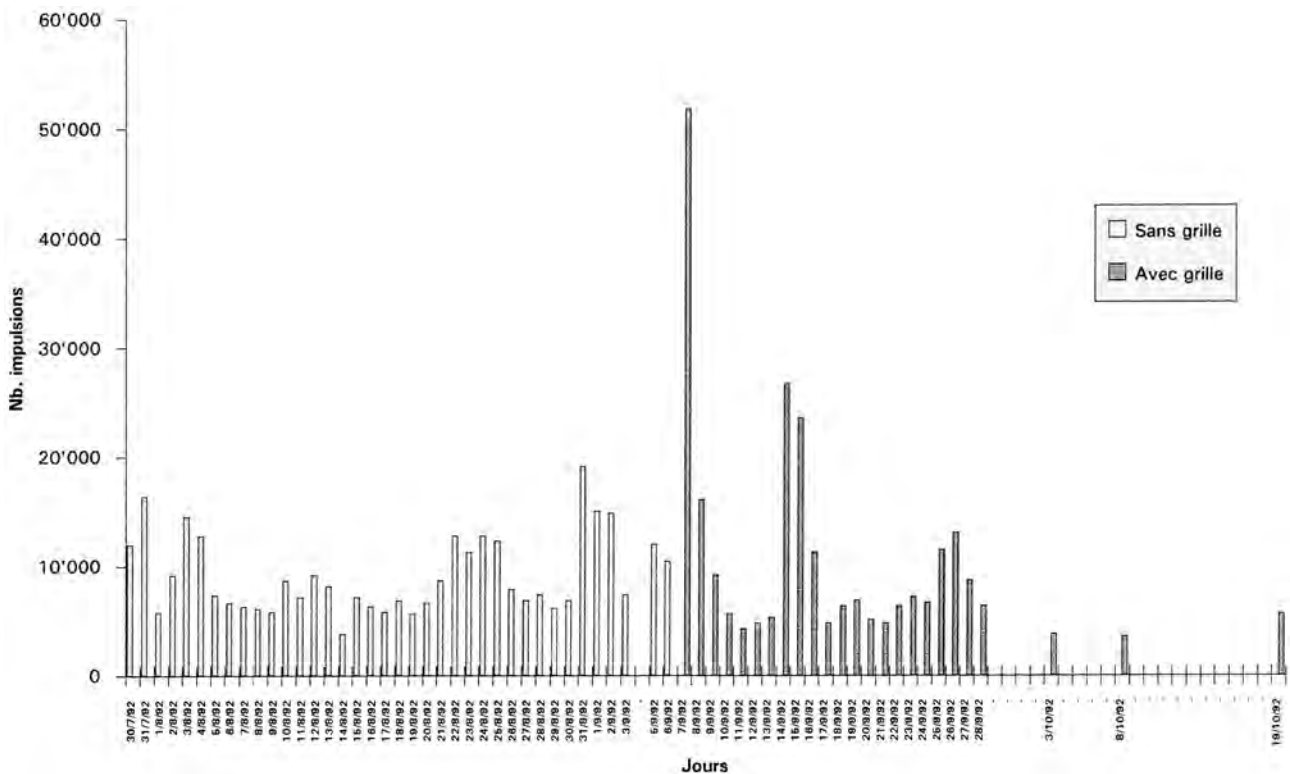


Fig. 5: Nombre des impulsions soniques enregistrées par périodes de 24 h sous le porche de l'entrée de la grotte du Carroussel.



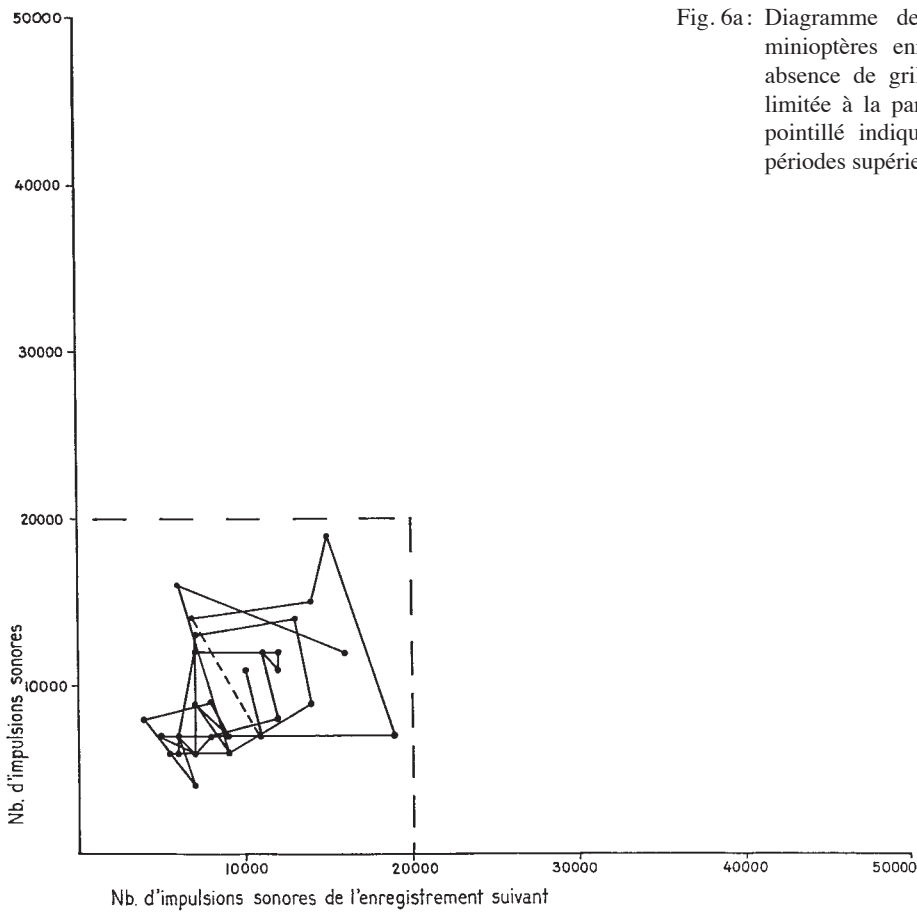


Fig. 6a: Diagramme de phase de l'activité sonore des minioptères enregistrée par période de 24 h. En absence de grille, la trajectoire du diagramme est limitée à la partie inférieure gauche. Les lignes en pointillé indiquent des trajectoires relatives à des périodes supérieures à 24h.

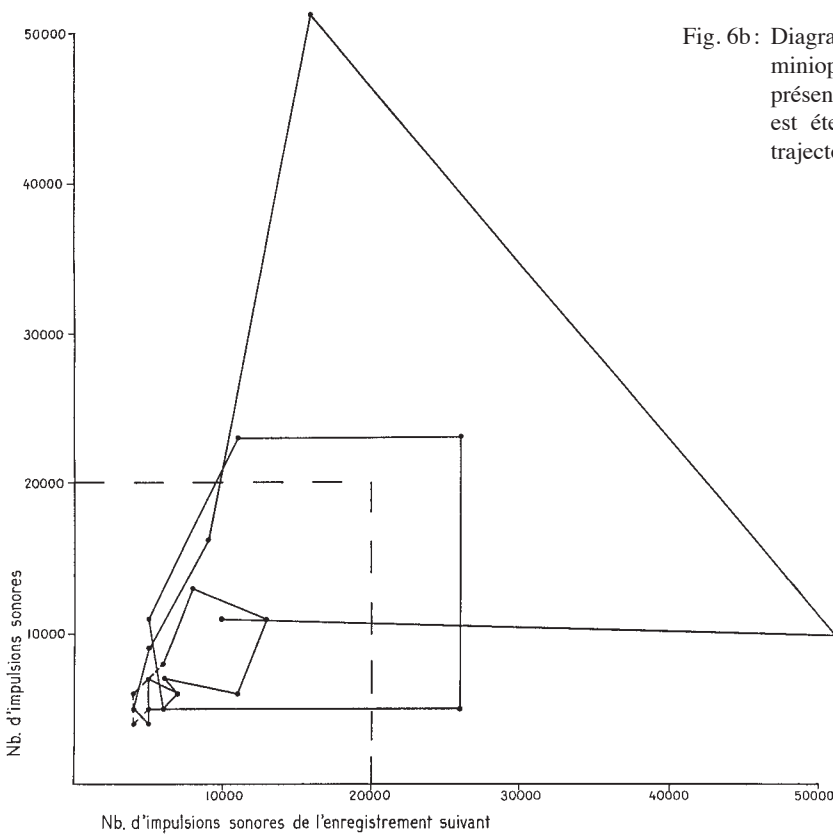


Fig. 6b: Diagramme de phase de l'activité sonore des minioptères enregistrée par période de 24 h. En présence de grille, la trajectoire du diagramme est étendue. Les lignes en pointillé indiquent des trajectoires relatives à des périodes supérieures à 24 h.

l'existence d'un seuil maximal d'activité globale situé à 20'000 impulsions environ. Elle montre que la pose de la grille a provoqué un dépassement de ce seuil par augmentation du nombre des vols circulaires, phénomène accompagné par une réduction des effectifs.

### 3.3. Influence des grilles sur les itinéraires empruntés par les minioptères ainsi que sur deux autres espèces de chauves-souris (grotte de Ste-Catherine)

Une expérience réalisée du 7 au 16 août 1993 à la grotte de Ste-Catherine (grotte à deux orifices) a permis d'évaluer l'influence des grilles sur le choix des orifices empruntés par trois espèces de chauves-souris (minioptères, grands murins et grands rhinolophes). Cette analyse a porté sur 5307 sorties de chauves-souris (observations effectuées entre 20h et 23h) et 3514 entrées (observations entre 4h et 6h), obtenus par comptages synchrones au cours de périodes de 15 minutes.

En l'absence de grille (Fig. 7), on constate qu'en moyenne 81 % des chauves-souris (N=14) ont quitté la grotte par l'orifice inférieur lors de leur envol crépusculaire (colonne « sorties » du Tab. 4), et que 93 % des animaux (N = 14) ont regagné la cavité par ce même orifice en

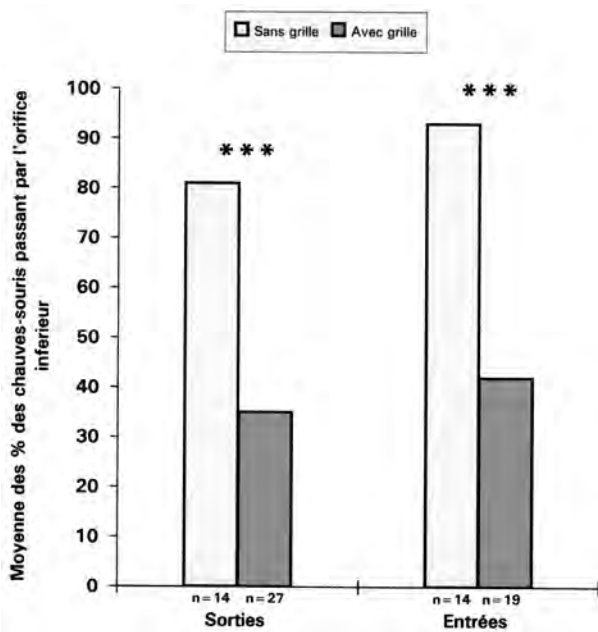


Fig. 7: Moyennes des pourcentages des chauves-souris (minioptères, grands murins et grands rhinolophes) quittant ou regagnant la grotte de Ste-Catherine en présence et absence de grille devant l'orifice inférieur de la cavité. La pose de la grille a provoqué une nette diminution du nombre des chauves-souris passant par l'orifice inférieur. \*\*\*: différences très significatives (test de Man-Whitney).

fin de nuit (colonne « entrées » du Tab. 5). A la suite de la fermeture de l'orifice inférieur au moyen de la grille (modèle 1 à bandes plastiques), une nette modification de la répartition de ces flux a été observée (Fig. 7, Tab. 4 et 5): seuls 35 % des animaux (N = 27) ont continué à quitter la cavité par l'orifice inférieur et 42 % (N = 19) l'ont regagnée par ce même passage, la majorité des animaux empruntant alors le passage supérieur resté libre.

## 4. DISCUSSION

La mise en évidence d'effets perturbants d'origine anthropique sur la dynamique des populations de minioptères dans les cavités est difficile, compte tenu des fréquents déplacements que cette chauve-souris effectue naturellement et de manière souvent irrégulière entre les différentes grottes et mines appartenant à son domaine vital (AELLEN, 1983; BALCELLS, 1962; SERRA-COBO & BALCELLS, 1986; VAN DER MERWE, 1975).

Les séries chronologiques d'occupation de la grotte du Carroussel ont néanmoins permis d'établir une étroite relation entre taux d'occupation et période de fermeture ou d'ouverture de la cavité. Le taux d'occupation a été d'environ 20 fois inférieur lorsque la grotte était fermée. L'analyse des conséquences de la fermeture de la grotte de Cailhol et de la mine de Frangone confirme ces résultats. L'ensemble de ces données permet de montrer que la pose de grilles peut perturber divers types de groupes sociaux: colonie de reproduction, colonie d'estivage et colonie d'hibernation. Les réactions des minioptères face aux grilles apparaissent ainsi comparables à celles observées chez l'espèce cavernicole américaine *Myotis grisescens*, dont le comportement de rejet des grilles a été signalé par WHITE & SEGINK (1987).

Les observations visuelles, acoustiques et vidéo effectuées à la grotte du Carroussel permettent de mieux cerner les causes de ce rejet:

### Faible manœuvrabilité du vol

Les chauves-souris possédant des ailes longues et effilées comme les minioptères ont un vol plus rapide et moins souple que les espèces munies d'ailes courtes et larges (NORBERG & RAYNER, 1987). Avec les noctules, les minioptères appartiennent aux espèces de chauves-souris européennes possédant l'indice de vol le plus élevé (rapport entre surface alaire et longueur de l'aile). Ces espèces ont un vol peu manœuvrable et rapide. Elles se déplacent ainsi plus difficilement que les autres dans des milieux fortement encombrés et procèdent plus difficilement à un ajustement précis de leur trajectoire dans ce type de milieu (BAAGOE, 1987). On peut donc s'attendre à ce que l'obstruction de l'entrée des cavités par des grilles dérange plus fortement ces chauves-souris

Tableau 4: Dénombrements synchrones des chauves-souris quittant la grotte de Ste-Catherine par les orifices inférieur et supérieur de la cavité. La partie en foncé se rapporte aux périodes de fermeture de l'orifice inférieur au moyen de la grille.

Date	Heure	Période	Orifice sup. Nb. Sorties	Orifice inf.		
				Nb. Sorties	% sorties sans grille	% sorties avec grille
07.08.	21h	15-30	10	27	73	
07.08.	21h	30-45	15	332	96	
07.08.	21h	45-00	28	336	92	
07.08.	22h	00-15	0	105	100	
07.08.	22h	15-30	2	34	94	
08.08.	21h	15-30	13	66	84	
08.08.	21h	30-45	55	288	84	
08.08.	21h	45-00	36	344	91	
08.08.	22h	00-15	14	157	92	
08.08.	22h	15-30	7	44	86	
09.08.	21h	00-15	24	44		65
09.08.	21h	15-30	5	27		84
09.08.	21h	30-45	21	44		68
09.08.	21h	45-00	23	85		79
09.08.	22h	00-15	85	247		74
09.08.	22h	15-30	90	190		68
09.08.	22h	30-45	65	68		51
09.08.	22h	45-00	46	21		31
09.08.	23h	00-15	40	9		18
10.08.	21h	00-15	13	8		38
10.08.	21h	15-30	27	3		10
10.08.	21h	30-45	90	8		8
10.08.	21h	45-00	130	30		19
10.08.	22h	00-15	169	59		26
10.08.	22h	15-30	107	43		29
10.08.	22h	30-45	88	64		42
10.08.	22h	45-00	48	18		27
10.08.	23h	00-15	29	8		22
15.08.	20h	45-00	50	5		9
15.08.	21h	00-15	19	1		5
15.08.	21h	15-30	136	6		4
15.08.	21h	30-45	180	44		20
15.08.	21h	45-00	185	50		21
15.08.	22h	00-15	122	37		23
15.08.	22h	15-30	68	26		28
15.08.	22h	30-45	32	24		43
15.08.	22h	45-00	16	7		30
05.09.	20h	30-45	38	39	51	
05.09.	20h	45-00	76	63	45	
05.09.	21h	00-15	31	43	58	
05.09.	21h	15-30	2	18	90	

Nb. Obs	14	27
<b>Moyenne</b>	<b>81</b>	<b>35</b>
Médiane	88	28
Ecart-type	17.54	23.80
Min.	45	4
Max.	100	84

Tableau 5: Dénombrements synchrones des chauves-souris regagnant la grotte de Ste-Catherine par les orifices inférieur et supérieur de la cavité. La partie en foncé se rapporte aux périodes de fermeture de l'orifice inférieur au moyen de la grille.

Date	Heure	Période	Orifice sup. Nb. entrées	Orifice inf.		
				Nb. entrées	% entrées sans grille	% entrées avec grille
8.8.1993	4h	00-15	0	20	100	
8.8.1993	4h	15-30	0	25	100	
8.8.1993	4h	30-45	6	43	88	
8.8.1993	4h	45-00	1	79	99	
8.8.1993	5h	00-15	7	129	95	
8.8.1993	5h	15-30	0	255	100	
8.8.1993	5h	30-45	4	310	99	
8.8.1993	5h	45-00	0	44	100	
9.8.1993	4h	30-45	13	89	87	
9.8.1993	4h	45-00	10	78	89	
9.8.1993	5h	00-15	8	91	92	
9.8.1993	5h	15-30	0	120	100	
9.8.1993	5h	30-45	22	152	87	
9.8.1993	5h	45-00	29	44	60	
10.8.1993	4h	45-00	5	16		76
10.8.1993	5h	00-15	0	23		100
10.8.1993	5h	15-30	17	106		86
10.8.1993	5h	30-45	56	163		74
10.8.1993	5h	45-00	156	237		60
10.8.1993	6h	00-15	74	83		53
11.8.1993	4h	15-30	16	10		38
11.8.1993	4h	45-00	0	27		100
11.8.1993	5h	30-45	48	17		26
11.8.1993	5h	45-00	86	13		13
16.8.1993	4h	00-15	26	2		7
16.8.1993	4h	15-30	47	17		27
16.8.1993	4h	30-45	59	18		23
16.8.1993	4h	45-00	40	21		34
16.8.1993	5h	00-15	82	46		36
16.8.1993	5h	15-30	104	31		23
16.8.1993	5h	30-45	107	16		13
16.8.1993	5h	45-00	104	11		10
16.8.1993	6h	00-15	50	1		2

Nb. Obs	14	19
<b>Moyenne</b>	<b>93</b>	<b>42</b>
Médiane	97	34
Ecart-type	10.72	31.8
Min.	0	0
Max.	100	100

que d'autres. Ces prédictions ont été confirmées par les nombreux chocs des animaux contre les barreaux à la grotte du Carroussel, ainsi que par la multiplication des vols circulaires des chauves-souris devant la grille. Elles permettent aussi de comprendre pourquoi les minioptères

modifient rapidement leur trajectoire de vol lorsqu'un espace supplémentaire est ménagé dans la grille, et pourquoi ces animaux ont tendance à quitter les cavités par des orifices qui ne sont pas obstrués par une grille de protection (observations à la grotte de Ste-Catherine). Des

observations comparables de changement d'itinéraire des chauves-souris en relation avec la pose de grilles ont été rapportées par WHITE & SEGINK (1987) à propos de *M. grisescens* dans une grotte aux Etats-Unis.

Le fait que les minioptères ont tendance à suivre la voûte et à se glisser dans la partie supérieure de la grille pourrait trouver une explication dans les difficultés d'orientation et de localisation des obstacles réguliers comme une grille, au travers du système d'écholocation. Cette hypothèse mériterait d'être étudiée plus précisément, les caractéristiques du sonar de cette espèce n'étant pas connues actuellement.

#### **Effet d'encombrement et de concentrations des chauves-souris en vol à l'entrée de la cavité**

Les difficultés de franchissement de la grille par les minioptères engendrent une très nette augmentation de l'activité des chauves-souris en vol à l'entrée des cavités. Ce phénomène a clairement été mis en évidence au moyen de la station automatique de comptages des ultrasons émis par les chauves-souris ainsi que par le dénombrement des vols circulaires devant la grille à la grotte du Carroussel. Ce processus de concentration des animaux en vol entraîne une saturation de l'espace de vol par les chauves-souris, retardant ainsi la sortie des groupes par effet « d'embouteillage ». Ce bouchonnement ne peut être réduit que par une diminution des effectifs de chauves-souris dans la cavité, comme le laisse supposer l'analyse du diagramme de phase provenant de la grotte du Carroussel.

L'ensemble de ces perturbations occasionne un stress des individus, ainsi qu'un accroissement de leurs besoins énergétiques. On peut aussi s'attendre à une augmentation du risque de prédation, comme le signalent TUTTLE (1977) ainsi que WHITE & SEGINK (1987) à propos de *Myotis grisescens* aux Etats-Unis. Les pertes énergétiques entraînées par une augmentation de la durée du vol entre les gîtes et les terrains de chasse pourraient être particulièrement préoccupantes pour les femelles allaitantes, dont les besoins énergétiques sont très élevés (KUNZ, 1987). Comme chez d'autres espèces de microchiroptères insectivores (CLARK *et al.*, 1993; SWIFT, 1980) on peut s'attendre à ce que ces femelles, qui multiplient leurs allées et venues entre cavité et terrains de chasse pour venir nourrir leurs jeunes en cours de nuit, soient de ce fait particulièrement perturbées par la présence d'obstacles à l'entrée des cavités.

Enfin, les expériences menées à la grotte de Ste-Catherine tendent à montrer que le minioptère n'est certainement pas la seule espèce sensible aux fermetures de grottes en Europe. Il se pourrait aussi que les colonies d'estivage ou de reproduction d'autres espèces soient fortement perturbées par ce type d'aménagement.

## **5. RECOMMANDATIONS**

Nos résultats nous conduisent à formuler trois recommandations auprès du Ministère de l'environnement, de la DIREN et des organismes chargés de la conservation des habitats souterrains et de leur faune :

1. Abandonner tout projet de protection des grottes ou mines occupées par des colonies de minioptères par fermeture de leurs accès au moyen de grilles, au profit d'une autre démarche de protection qui reste à définir.
2. Accompagner tout projet de fermeture de cavité occupée par des colonies estivales d'autres espèces de chauves-souris par une expertise scientifique adéquate, et soumettre tout projet d'installation de grilles devant des sites archéologiques ou touristiques occupés par des chiroptères à une expertise ad hoc.
3. Développer dès à présent une stratégie globale de protection des minioptères dans les grottes et dans les biotopes utilisés comme terrains de chasse par cette espèce.

Ces suggestions sont conformes à la recommandation 36 (1992) sur la conservation des habitats souterrains émanant du Comité permanent de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Conseil de l'Europe) :

(art. 8) : Contrôle de l'accès aux habitats souterrains :

« Lorsque l'accès à des grottes doit être contrôlé au moyen de barrières physiques (grilles, clôtures, murs, portes, etc.), celles-ci doivent être conçues de manière à éviter les changements climatiques dans la cavité et à permettre le libre passage des espèces de chauves-souris qui peuvent y nicher ».

Compte tenu des expériences réalisées en Franche-Comté et en Suisse (Fig. 8) dans la conservation des habitats souterrains et de leur faune, il serait judicieux de poursuivre les activités de la recherche dans cette région, notamment dans le but de développer les concepts nécessaires à l'élaboration et à l'application d'une stratégie globale de protection des populations de minioptères en France et en Europe.

## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions le Ministère de l'Environnement, Direction Régionale de l'Environnement de Franche-Comté ainsi que le Conseil Régional de Franche-Comté. Nos remerciements s'adressent en particulier à MM. Camuset et Halliez (Conseil Régional de Franche-Comté) et M. Carteron (DIREN de Franche-Comté).

Nos remerciements vont également à M. Parat (Maire de Conflandey) et M. Mariot (Maire de Port sur Saône).

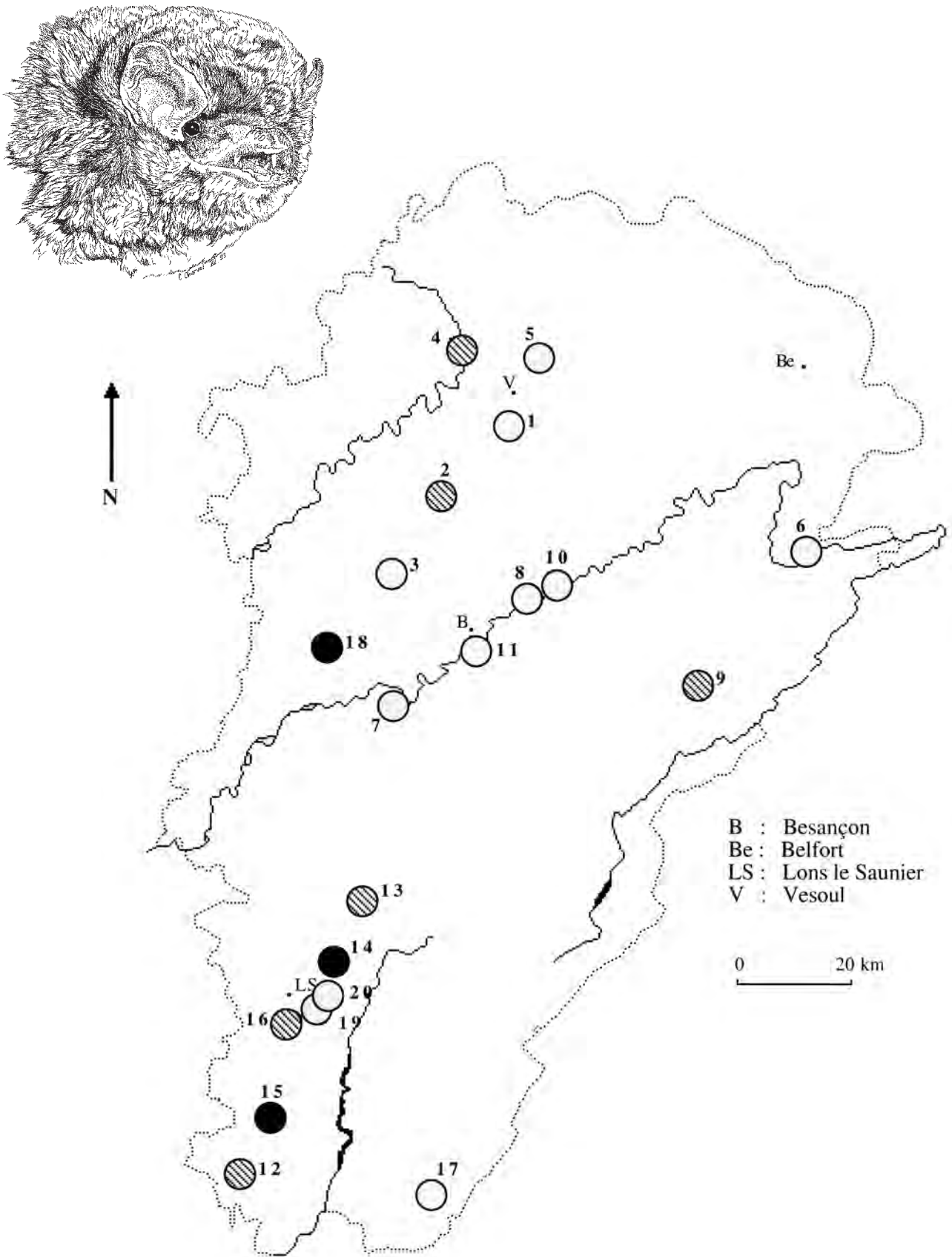


Fig. 8: Gîtes souterrains de minioptères en Franche-Comté et première évaluation de leurs besoins actuels de protection : en noir: besoins de protection très élevés; en hachuré: besoins de protection élevés; en blanc: gîtes ne nécessitant pas rapidement l'application de mesures de protection complémentaires ou particulières.

P. Médard (Espace Nature Environnement), G. Faggio, J.-Y. Courtois (Groupe Chiroptères Corse), F. Néri et J.-F. Noblet nous ont communiqué des données originales concernant leurs terrains.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mmes C. Charvet et C. Léon pour leur aide sur le terrain et leur contribution à l'établissement de ce rapport, ainsi qu'à MM. A. El Bouhali, D. Blant, J.-D. Blant, M. Blant et C. Huber de leur aide sur le terrain.

Nous remercions enfin Mme le Dr Lindy Lumdsen, Department of Conservation and Natural Resources, Victoria, de nous avoir fourni des informations concernant un essai de fermeture d'une cavité en Australie, ainsi que le prof. G. Palmerim (Université de Lisbonne) et L. Rodriguez (Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza do Portugal) de nous avoir fait part de leurs expériences dans le domaine de la protection des populations de minioptères dans les grottes du Portugal.

Lors de la rédaction du présent rapport, nous avons également été contactés par le «Department of Conservation and Natural Resources» d'Australie suite à la fermeture en 1994 d'une grotte à minioptères dans la Victoria. Cet essai s'est révélé négatif, confirmant ainsi les conclusions de notre étude.

## RESUME

La fermeture des cavités comme moyen de protection de colonies de minioptères de Schreibers (chauve-souris cavernicole) a été étudiée dans deux cavités du Jura français. Des essais de fermeture provisoire de courte (1 semaine) et de moyenne durée (1 année) ont été effectués à l'aide de grilles de simulation à barreaux horizontaux (espacement : 15-17 cm) dans le site de la grotte du Carroussel (Haute-Saône). La fermeture de cette cavité a provoqué une forte diminution du nombre de chauves-souris présentes dans la grotte. L'étude des conséquences de la fermeture de trois autres grottes dans le sud de la France confirme ces résultats. Des observations visuelles et acoustiques effectuées au moyen d'une station automatique de comptage des signaux sonores émis par les chauves-souris, ainsi qu'à l'aide d'une caméra vidéo ont montré que les minioptères ne parviennent que très difficilement à franchir les grilles à barreaux horizontaux. La fermeture provisoire d'un des deux orifices d'une autre grotte en Franche-Comté (Ste-Catherine, Doubs) a également permis de mettre en évidence l'incidence des grilles sur le choix des orifices d'accès par trois espèces de chauves-souris. Les chauves-souris ont nettement préféré emprunter l'orifice sans grille de protection.

Trois recommandations sont émises :

1) les projets de fermeture de cavités servant de gîtes

estivaux à des colonies de minioptères devraient être réexaminés et tout projet de fermeture de cavité occupée en été par des colonies d'autres espèces de chauves-souris devrait être soumis à une étude préalable ;

2) les projets de fermeture de grottes préhistoriques ou touristiques occupées par des colonies de chauves-souris devraient faire l'objet d'une étude chiroptérologique préalable ;

3) une stratégie globale de protection des populations de minioptères dans les cavités en France et dans les régions méridionales de l'Europe demanderait à être élaborée.

## BIBLIOGRAPHIE

- AELLEN, V. 1983. Migrations des chauves-souris en Suisse. *Bonner zoologische Beiträge* 34 (1-3): 3-27.
- BAAGOE, H. J. 1987. The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. In: FENTON, M. B., P. RACEY & J. M. V. RAYNER (eds). *Recent advances in the study of bats*. Cambridge University Press: 55-74.
- BALCELLS, E. 1962. Migration en Espagne des minioptères français. Actes du IV<sup>e</sup> Congrès national de Spéléologie (Belfort-Malvaux, 9-11 juin 1962). *Spelunca* 4<sup>e</sup> série, 2: 92-98.
- BARBOUR, R. W. & W. H. DAVIS. 1969. *Bats of America*. University of Kentucky Press, Lexington, The University Press of Kentucky: 266 pp.
- BELWOOD, J. & R. J. WAUGH. 1991. Bats and mines: abandoned does not always mean empty. *Bats* 9 (3): 13-16.
- BROSSET, A. 1966. *La biologie des Chiroptères*. Collection G. P. B., Masson éd., Paris: 240 pp.
- BROSSET, A. 1977. Rapport sur l'évolution des populations de chauves-souris en France. Recommandations en vue de leur protection. Ministère de l'Environnement, Paris: 41 pp.
- BROSSET, A. 1978. Les chauves-souris disparaissent-elles? *Courrier de la Nature* 55: 17-22.
- BROSSET, A. & A. POILLET. 1985. Structure d'une population hibernante de Grands Rhinolophes *Rhinolophus ferrum-equinum* dans l'Est de la France. *Mammalia* 49: 221-233.
- BROSSET, A., L. BARBE, J.-C. BEAUCOURNU, C. FAUGIER, H. SALVAYRE & Y. TUPINIER. 1988. La raréfaction du rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale* Blasius) en France. Recherche d'une explication. *Mammalia* 52 (1): 101-122.
- CLARK, B. S., D. M. LESLIE JR. & T. S. CARTER. 1993. Foraging activity of adult female Ozark Big-Eared Bats (*Plecotus townsendii ingens*) in summer. *Journal of Mammalogy* 74 (2): 422-427.
- CONSEIL DE L'EUROPE. 1992. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe: Recommandation n° 36 sur la conservation des habitats souterrains. Strasbourg: 5 pp.
- DAAN, S. 1980. Long-term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. *Lutra* 22: 95-105.
- DWYER, P. D. 1963. The breeding biology of *Miniopterus schreibersii blepotis* (Temminck) (Chiroptera) in north-

- eatsern New South Wales. *Australian Journal of Zoology* 11: 219-240.
- DWYER, P. D. 1966. The population pattern of *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera) in north-eastern New South Wales. *Australian Journal of Zoology* 14: 1073-1137.
- DWYER, P. D. 1969. Population ranges of *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera) in south-eastern Australia. *Australian Journal of Zoology* 17: 665-686.
- GAISLER, H., V. HANAK & I. HORACEK. 1981. Remarks on the current status of bat populations in Czechoslovakia. *Myotis* 18-19: 68-75.
- HARVEY, M. J. 1976. Endangered Chiroptera of the southeastern United States. *Proceedings of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners* 29: 429-433.
- HARVEY, M. J. & S. W. BARKLEY. 1990. Management of the Ozark big-eared bat, *Plecotus townsendii ingens*, in Arkansas. *Proceedings of the Arkansas Academy of Science* 44: 131-132.
- HEGEDUS, G. 1981. Cave Closing as a Conservation Method. In: BECK, B. F. (Ed.). *Proceedings of the 8th International Congress of Speleology*, Browning Green, KY, July 1981. Vol. II. National Speleological Society, Huntsville, AL: 401-402.
- HENSHAW, R. E. 1972. Cave bats: their ecology, physiology, behavior, and future survival. *Bulletin of the national Speleological Society* 34: 31-32.
- HOOPER, J.H.D. 1983. The study of Horseshoe bats in Devon caves. *Studies in Speleology* 4: 59-70.
- HORACEK, I. 1983-84. Remarks on the causality of population decline in European bats. *Myotis* 21-22: 138-147.
- HUMPHREY, S. R. 1978. Status, winter habitat, and management of the endangered Indiana bat, *Myotis sodalis*. *Florida Scientist* 41: 65-76.
- HUMPHREY, S. R. & T. H. KUNZ. 1976. Ecology of a Pleistocene relict, the western big-eared bat (*Plecotus townsendii*), in the southern Great Plains. *Journal of Mammalogy* 57: 470-494.
- KUNZ, T. H. 1987. Post-natal growth and energetics of suckling bats. In: FENTON, M. B., P. RACEY & J. M. V. RAYNER (eds). *Recent advances in the study of bats*. Cambridge Univ. Press: 395-420.
- MCCRACKEN, G. F. 1989. Cave conservation: special problems of bats. *NSS Bulletin* 51: 49-51.
- MITCHELL-JONES, A. J. 1987. *The Batworker's Manual*. NCC, Peterborough: 108 pp.
- MOHR, C. E. 1953. Possible causes of an apparent decline in wintering populations of cave bats. *National Speleological Society News* 11: 4-5.
- MOHR, C. E. 1972. The status of threatened species of cave-dwelling bats. *National Speleological Society News* 34: 33-47.
- MOHR, C. E. 1975. The protection of threaned cave bats. In: National Cave and karst Management Symposium Proceedings. 1976. Speleobooks, Albuquerque, New-Mexico: 57-62.
- NORBERG, U. M. & J. M. V. RAYNER. 1987. Ecological morphology and flight in bats: wing, adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Transactions of the Royal Society B* 316: 335-427.
- PIERSON, E. D. & P. E. BROWN. 1992. Saving old Mines for Bats. *Bats* 10 (4): 11-13.
- PUNT, A. 1970. Round table discussion on bat conservation. *Proceedings of the Second International Bat Research Conference*: 3-4.
- RACEY, P. A. 1992. The Conservation of bats in Europe. *Bats* 10 (4): 4-10.
- RANSOME, R. 1990. *The natural History of hibernating bats*. Christopher Helm, London: 235 pp.
- RICHTER, A. R., S. R. HUMPHREY, J. B. COPE & V. BRACK. 1993. Modified Cave Entrances - Thermal Effect on Body Mass and resulting decline of Endangered Indiana Bats (*Myotis sodalis*). *Conservation Biology* 7(2): 407-415.
- SERRA-COBO, J. E. & J. F. BALCELLS. 1986. Mise à jour des résultats des campagnes de baguage de *Miniopterus schreibersii* dans le nord-est espagnol et le Languedoc Français. IX<sup>e</sup> Colloque National de Mammalogie. Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères, Rouen: 85-89.
- SPEAKMAN, J. R., P. I. WEBB & P. A. RACEY. 1991. Effects of disturbance on the energy expenditure of hibernating bats. *Journal of Applied Ecology* 28: 1087-1104.
- STEBBINGS, R.E. 1969. Observer influence on bat behavior. *Lynx, Nova Serie Svazek* 10: 93-100.
- STEBBINGS, R. E. 1988. *Conservation of European Bats*. Christopher Helm, London: 246 pp.
- STEBBINGS, R. E. & F. GRIFFITH. 1986. *Distribution and Status of Bats in Europe*. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon.
- SWIFT, S. M. 1980. Activity patterns of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology (London)*, 190: 285-295.
- TUTTLE, M. D. 1977. Gating as a means of protecting cave dwelling bats. In: ALEY, T. & D. RHOADES (eds). National Cave Management symposium Proceedings, 1976, Speleobooks, Albuquerque, New Mexico: 77-82.
- TUTTLE, D. M. 1979. Status, causes of decline, and management of endangered gray bats. *Journal of Wildlife Managements* 43 (1): 1-17.
- TUTTLE, M. D. & D. E. STEVENSON. 1977. Variation in the cave environment and its biological implications. In: ALEY, T. & D. RHOADES (eds). National Cave Management symposium Proceedings, 1976, Speleobooks, Albuquerque, New Mexico: 108-120.
- VAN DER MERWE, M. 1973. Aspects of temperature and humidity in preferred hibernation sites of the natal clinging bat *Miniopterus schreibersii natalensis*. *Zoologica Africa* 8 (1): 121-134.
- VAN DER MERWE, M. 1975. Preliminary study on the annual movements of the natal clinging bat. *South African Journal of Science* 71 (8): 237-241.
- VOÛTE, A. M. & P. H. LINA. 1986. Management effects on bat hibernacula in the Netherlands. *Biological Conservation* 38: 163-177.
- WHITE, D. H. & J. T. SEGINK. 1987. Cave gate designs for use in protecting endangered bats. *Wildlife Society Bulletin* 15: 445-449.
- YALDEN, B. W. & P. A. MORRIS. 1975. *The Lives of Bats*. David and Charles, Newton, Abbot, London et Vancouver: 247 pp.
- ZBINDEN, K. 1995. Computerized Monitoring of Meteo Data and Bat Echolocation Activity. *Myotis* 32-33: 91-98.